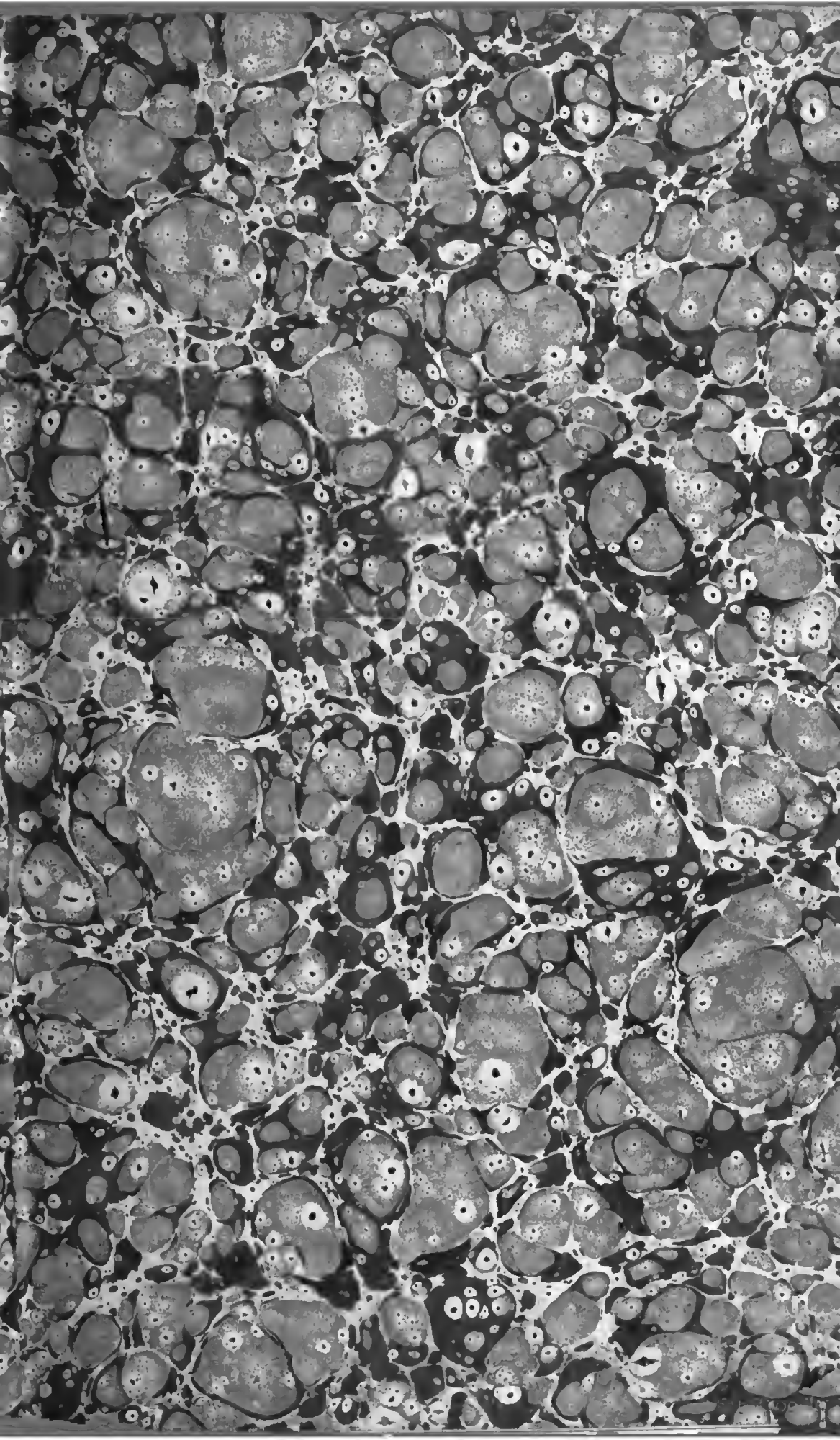
Digitized by Google



Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Dritte Abtheilung.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Gießen, 1854.
J. Ricker'sche Buchhandlung.

B°12. 3. 26.

Dritte Abtheilung.

Zeugung und Entwickelung.

Achtzehnter Brief.

Das Geſchlecht.

In den vorhergehenden Abſchnitten wurde der Menſch als einzelnes Individuum betrachtet und die verſchiedenen Funktionen zergliedert, welche das Leben des menſchlichen Organismus im Allgemeinen zuſammenſetzen. Wir ſuchten, an der Hand der auf mancherlei Art gewonnenen Thatſachen, uns klar zu machen, wie dieſe verſchiedenen Funktionen des Lebens in einander greifen. Wir ſahen Ernährung, Kreislauf und Abſonderung einander wechſelſeitig die Hand bieten, um die verſchiedenen, der Außenwelt entnommenen Stoffe dem Körper anzueignen, ihnen diejenige Form zu geben, welche dem menſchlichen Typus angehört, und das Unbrauchbare auszuſcheiden. Ferner unterſuchten wir, in welchen Beziehungen das Individuum ſich zu ſeinen Umgebungen befinde, und welche Organe des Körpers dazu beſtimmt ſeien, Empfindung, Bewegung, ſo wie die Funktionen des Geiſtes zu vermitteln. In allen dieſen Unterſuchungen wurde der fertige Menſch im erwachſenen Zuſtande betrachtet, abgeſehen von ſeinem Geſchlecht und von ſeiner allmählichen Entfaltung bis zu dem Höhepunkte ſeiner phyſiſchen Entwickelung : es wurde nur Rückſicht genommen auf die Erhaltung des individuellen Lebens; in den folgenden Briefen aber handelt es ſich darum, eine andere Seite des menſchlichen Organismus ausführlich zu beleuchten und diejenigen Funktionen zu beſprechen, welche ſich auf die Erhaltung der Gattung, auf die Fortpflanzung der Art beziehen.

wickelung des Menschen und der Thiere beschäftigt hat, in meiner Schrift niederzulegen, in der Hoffnung, daß ich das Meine zur Verbreitung richtiger Ansichten werde beitragen können. Denn mehr als alle andern der Physiologie angehörigen Gegenstände beschlägt der hier zu behandelnde das Wohl und Wehe der Menschheit im Ganzen. Es mag erlaubt sein, durch Unkenntniß oder Vernachlässigung der physiologischen Gesetze den eigenen Leib zu Grunde zu richten; — allein dies giebt noch nicht die Berechtigung, der Nachkommenschaft seine physischen Gebrechen aufzubürden. Man klagt allgemein über zunehmende Verkrüppelung des Menschengeschlechtes und thut Nichts, um vernünftige Ansichten über die Zeugung zu verbreiten; — ja, man öffnet einer nichtsnutzigen Literatur Thüre und Thor, und bedenkt nicht, daß die nachstehende Generation auch das Recht zu blühender und gesunder Existenz hat!

Die Fortpflanzung der Gattung ist bei den Menschen und fast allen Thieren durch den Gegensatz zweier Geschlechter möglich gemacht, welche man als männlich und weiblich bezeichnet. Bei den meisten Thieren, und zwar bei den höheren ganz allgemein, sind die Geschlechter auf verschiedene Individuen vertheilt, welche sich meistens nicht nur durch den Bau der speziell zu dieser Funktion bestimmten Zeugungsorgane, sondern auch durch mancherlei andere Eigenthümlichkeiten der gesammten Organisation unterscheiden. Nur in den niederen Sphären des Thierreichs findet man die Vereinigung beider Geschlechter in einem und demselben Thiere; den sogenannten Hermaphroditismus, und zwar in der Art, daß vollständige männliche und weibliche Zeugungsorgane in einem und demselben Individuum vereinigt sind. In den niedersten Organismen allein, welche durch ihren auf die höchste Einfachheit reducirten Bau die unterste Stufe des Thierreiches einnehmen, nur in diesen hat sich bis jetzt noch keine Spur geschlechtlicher Zeugung wahrnehmen lassen, und die Fortpflanzung wird auf andere Weise bewerkstelligt. Bevor wir indeß diese Weise etwas näher bezeichnen, wird es nöthig sein, auf den Bau der Zeugungsorgane im Allgemeinen und derjeni-

gen des Menſchen im Beſondern etwas näher einzugehen. Die Geſchlechtsunterſchiede im Bau des Geſammtkörpers weitläufiger auseinander zu ſetzen, halten wir für überflüſſig; kennt ja doch Jeder die Verſchiedenheit der männlichen und weiblichen Formen, deren ins Einzelne gehende Beſchreibung mehr dem Gebiete der darſtellenden und bildenden Kunſt, als demjenigen der Phyſiologie angehört.

Weibliche Geſchlechtsorgane nennt man diejenigen beſonderen Organe des thieriſchen Körpers, in welchen ein Keim bereitet wird, der ſich unter gewiſſen Verhältniſſen zu einem neuen Individuum entwickelt. Dieſer Keim oder das Ei wird in allen Fällen in einem eigens dazu beſtimmten Organe, dem Eierſtocke, vorgebildet, und zur Zeit ſeiner Reife aus dieſem ausgeſtoßen, um ſich zu entwickeln und außerhalb des mütterlichen Organismus ein eigenes, individuelles Leben fortzuſetzen. Bei den meiſten Thieren befinden ſich eigene röhrenförmige Organe, durch welche das Ei allmählich nach außen geleitet wird, und zugleich, je nach den ſpeziellen Verhältniſſen der Fortpflanzung, verſchiedene Stoffe zu Schutz und Nahrung umgebildet erhält. Dieſe Eileiter münden zuweilen unmittelbar in die äußeren Geſchlechtsorgane, während ſich in andern Fällen ein Mittelglied bildet, in welchem das Ei noch innerhalb des mütterlichen Organismus eine weitere Ausbildung erlangt. Alle Thiere, die niederſten ausgenommen, entſtehen, ſowie der Menſch, aus Eiern. Das menſchliche Weib erzeugt eben ſo gut Eier, als der weibliche Vogel oder Fiſch, und der Unterſchied zwiſchen lebendiggebärenden und eierlegenden Thieren beſteht, wie wir bald ſehen werden, nur darin, daß das Ei bei den Einen in unentwickeltem Zuſtande ausgeworfen wird, während es ſich bei den Andern innerhalb der mütterlichen Geſchlechtsorgane weiter entwickelt, und erſt das aus ihm entſtandene Individuum nach außen gebracht wird. Der Unterſchied zwiſchen „eierlegenden“ und „lebendiggebärenden“ Geſchöpfen iſt demnach kein urſprünglicher, ſondern nur ein durch ſpätere Ausbildung des Keimes gewordener. Er fällt aber deshalb leicht in die Augen, weil bei den Eierlegern

das Ei durch die Schutzgebilde, die es erhält, so wie durch das Nahrungsmaterial, das darin für das werdende Junge aufgehäuft wird, eine ansehnlichere Größe erhält.

Die männlichen Geschlechtsorgane bereiten den Samen, d. h. eine Flüssigkeit, ohne welche das Ei nicht zur Entwickelung würde gelangen können. Die Berührung beider Produkte, und zwar die unmittelbare Berührung derselben, ist nothwendig zur Erzeugung eines neuen Individuums. Diese Berührung bildet gleichsam den Anstoß zur Aeußerung jener fortbildenden Thätigkeit, als deren Endresultat der neue Organismus hervorgeht. Deshalb ist die Vereinigung beider Geschlechtsprodukte unumgänglich nothwendig. Bei denjenigen Thieren, bei welchen das Ei noch in unentwickeltem Zustande als Ei aus dem weiblichen Organismus ausgestoßen wird, findet diese Berührung der beiderseitigen Zeugungsprodukte meist auch außerhalb des Organismus Statt, und die geschlechtliche Funktion beschränkt sich einzig auf diese Befruchtung. Bei denjenigen Thieren aber, bei welchen das Ei innerhalb des mütterlichen Organismus sich entwickelt, müssen auch die beiderseitigen Zeugungsstoffe innerhalb des mütterlichen Organismus einander berühren und deshalb eine wahre Begattung Statt haben, durch welche eben der Samen in die weiblichen Zeugungsorgane eingeführt wird. Auch in den männlichen Zeugungsorganen unterscheidet man samenbereitende Organe, oder die Hoden, und ausführende Röhren, die Samenleiter, wozu sich noch bei vielen anderen und bei allen höheren Thieren besondere äußere Begattungsorgane gesellen.

Das samenbereitende Organ oder der Hoden besitzt bei allen Thieren ohne Ausnahme einen drüsigen Bau, indem er aus einzelnen, mehr oder minder langen Röhren zusammengesetzt ist, welche meistentheils sich mannichfach unter einander verwickeln und verschlingen, am Ende aber sämmtlich in einen einzigen Kanal münden, der meist vielfach geschlängelt nach außen verläuft. Die Hoden sind, mit nur geringen Ausnahmen, doppelt vorhanden und symmetrisch zu beiden Seiten der Kör-

peraxe gelagert, bei der Mehrzahl der Wirbelthiere findet man sie im Innern der Bauchhöhle zu beiden Seiten der Wirbelsäule. Auch bei dem menschlichen Embryo behaupten sie diese Lage, steigen aber gegen die Zeit der Geburtsreife aus der Bauchhöhle durch einen besondern Kanal, den Leistenkanal, hinab in den Hodensack. Die außerordentlich langen und engen Samenröhren, welche in ihrer Verschlingung den Hoden bilden, sammeln sich zuerst in eine gewisse Zahl ausführender Gänge, welche, aufs Neue sich verknäuelnd, ein eigenthümliches kolbenförmiges Organ, den Nebenhoden, zusammensetzen, aus dem dann erst der Samenleiter entspringt. Jeder dieser Samenleiter läuft nach oben gegen den Leistenkanal hin, tritt durch denselben in die Bauchhöhle ein und erweitert sich sodann zu einer seitlichen Aussackung der Samenblase, die von muskulöser Haut umsponnen und deshalb kräftiger Zusammenziehung fähig ist. In diesem sogenannten Samenbläschen sammelt sich die von dem Hoden gebildete und die von dem Samenleiter fortgeleitete Zeugungsflüssigkeit allmählich an, bis sie im Momente der Begattung entleert wird. Der gemeinschaftliche Gang der Samenbläschen und Samenleiter öffnet sich jederseits durch eine äußerst feine Oeffnung in das hintere oder innere Ende der Harnröhre, welche also sowohl zur Entleerung des Urins, als auch des Samens bestimmt ist.

Am Wichtigsten erscheint für uns die Zusammensetzung der befruchtenden Flüssigkeit, oder des Samens. Untersucht man einen Tropfen desselben unter dem Mikroskop bei hinreichender Vergrößerung, so zeigt sich in der klaren, durchsichtigen Flüssigkeit eine außerordentliche Menge unendlich kleiner, sehr eigenthümlich gestalteter Körper, die man auf den ersten Blick für Thiere halten muß, da sie lebhaft bewegt in dem Sehfelde des Mikroskops sich herumtummeln. Diese Samenfäden, wie wir sie vor der Hand nennen wollen, zeigen bei dem Menschen einen spindelförmigen, abgeplatteten Körper, der nach beiden Enden hin etwas spitzig ausgezogen ist und nach hinten in einen langen dünnen Schwanz ausläuft, welcher sich peitschenartig hin- und herbewegt. Der Schwanz selbst ist so dünn, daß er meist nur

wie eine Linie erſcheint, jedenfalls aber keine innere Organiſation wahrnehmen läßt. Eben ſo wenig iſt dieſes bis jetzt an dem Körper der Samenfäden gelungen. Zwar wollten einige Mikroſkopiker im Innern derſelben Andeutungen von Organen geſehen haben; indeß ſcheinen dieſe Beobachtungen weſentlich auf Täuſchung zu beruhen und höchſtens ſo viel daraus hervorzugehen, daß die Begränzungsmaſſe der Körper dichter, der Inhalt dagegen flüſſiger ſei, und man deshalb den Körper des Samenfadens als eine plattgedrückte Kapſel anſehen müſſe, in deren Innerem eine homogene Flüſſigkeit enthalten ſei. Die Geſtalt der Samenfäden, ihre Größe, das Verhältniß zwiſchen Körper und Schwanz wechſelt bei den verſchiedenen Gattungen und Arten der Thiere auf das Mannichfaltigſte, und zwar in der Weiſe, daß jede Spezies eigenthümlich geformte Samenfäden beſitzt, die ſich von denjenigen anderer Arten ziemlich leicht unterſcheiden laſſen. Die ſeltſamſten Formen unter den Säugethieren findet man bei den Nagern, den Mäuſen und Ratten, wo der Körper meiſt ſcheibenförmig oder ſelbſt halbmondförmig geſtaltet iſt, und der Schwanz nicht von der Peripherie der Scheibe, ſondern von der Fläche derſelben ausgeht. Bei andern Thieren, und zwar namentlich bei den meiſten Amphibien und Vögeln, iſt der Körper des Samenfadens nicht platt, ſondern cylindriſch, und geht allmählich in den dünneren Schwanz über. Der cylindriſche dickere Körper ſelbſt iſt meiſt ganz wie ein Pfropfenzieher ſpiralförmig aufgewunden. Bei ſeinen Bewegungen dreht ſich der ſo geſtaltete Samenfade um die Axe ſeines ſpiralförmig aufgewundenen Körpers und ſchraubt ſich alſo gleichſam in der Flüſſigkeit vorwärts. Die größten Samenfäden unter allen finden ſich bei den Molchen und Tritonen, Thieren, welche ſich auch durch die Größe ihrer Blutkörperchen auszeichnen. Dieſe ungemein großen Samenfäden haben ebenfalls einen korkzieherartig geſtalteten Körper, und außerdem iſt noch der fadenförmige Schwanz mit einer breiten, äußerſt zarten Floſſe umſäumt, deren wellenförmige Bewegungen ein eigenthümliches Flimmern erzeugen, das man früher einem wahrhaften Flim-

merepithelium zuſchrieb. Die größte Abweichung in Form und Verhalten der Samenelemente zeigt ſich bei den krebsartigen Thieren, bei welchen ſie in Form von Tönnchen oder Fäßchen erſcheinen, von welchen ſtarre Spitzen auslaufen, an denen man noch keine Bewegung bemerkt hat.

Dieſe Bewegung, welche im Uebrigen den ausgebildeten Samenfäden aller Thiere zukommt, iſt meiſtens wellenförmig durch die Schwingungen des Schwanzes hervorgebracht, und läßt ſich am beſten mit den Schwimmbewegungen eines Aales oder einer Schlange vergleichen. Wenn indeß auch dieſe Schwingungen mit ziemlicher Schnelligkeit ausgeführt werden, ſo iſt doch die dadurch bewerkſtelligte Ortsbewegung ſelbſt nur äußerſt langſam. Meſſungen, welche man unter dem Mikroſkop vorgenommen hat, zeigen, daß die Samenfäden in einer Minute etwa den Raum einer Pariſer Linie durchlaufen können. Dieſe Bewegungen werden durch Subſtanzen gehemmt, welche den Samenfaden in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung angreifen, erhalten ſich hingegen in ſolchen Flüſſigkeiten, deren Miſchung oder Concentrationszuſtand keinen nachtheiligen Einfluß ausübt. Meiſtens bewegen ſich die Samenfäden einzeln, mit dem Körperende voran; bei vielen Thieren bemerkt man indeß, daß ſie ſich büſchelförmig zuſammenlegen, und zwar alle in derſelben Richtung, Körper an Körper, Schwanz an Schwanz, und daß dieſe Bündel wie ein einziger Faden wellenförmig ſchwingend ſich fortbewegen. Bei den Heuſchrecken ſchießen ſogar dieſe Bündel um eine gemeinſame Längenaxe an, und bilden ſo federartige Geſtalten, welche ſich wellenartig fortbewegen und unter dem Mikroſkope einen überraſchend ſchönen Anblick gewähren.

Es war natürlich, daß man die eben beſchriebenen Elemente des Samens ſo lange für Thiere anſah, als man noch keine andern ſelbſtſtändig bewegten Formelemente des Körpers kannte. Sobald indeß die Flimmerbewegung entdeckt wurde und bei dieſer Zellen nachgewieſen wurden, deren Verlängerungen in ſelbſtſtändiger Weiſe zu ſchwingen befähigt ſind, mußte der Glaube an die thieriſche Natur der Samenelemente ſtark erſchüttert wer-

den, und ſeitdem man gar die eigenthümliche Entwickelung derſelben im Hoden kennen gelernt hat, iſt dieſe Anſicht allgemein verlaſſen worden. Es finden ſich nämlich bewegliche Samenfäden nur in den zeugungsfähigen Individuen. Ihr Erſcheinen bezeichnet den Eintritt der Mannbarkeit, mit deren Erlöſchen ſie wiederum verſchwinden. Bei denjenigen Thieren, welche einer periodiſchen Wiederkehr der Brunſt unterworfen ſind, zeigen ſich die Samenfädchen auch nur zur Paarungszeit und verſchwinden nach dem Aufhören dieſer Periode. Bei dieſen Thieren alſo konnte man gegen den Eintritt der Paarungszeit hin die Entwickelungsgeſchichte der Samenfäden verfolgen, und ſobald man einmal die Entwickelungsgeſchichte derſelben bei einem Thiere kannte, war es leicht möglich, bei ſolchen Thieren, die das ganze Jahr hindurch zeugungsfähig ſind, die unausgebildeten Samenelemente zu erkennen und deren Entwickelung zu betrachten. Dieſe Unterſuchungen, welche ſeither auf viele Thiere noch ausgedehnt wurden, haben etwa Folgendes ergeben.

Bei Säugethieren und beim Menſchen findet man in der Jugend innerhalb der Samenkanälchen nur kleine helle Zellen, ähnlich denen anderer Drüſengebilde. Beim Eintritte der Geſchlechtsreife aber ſind dieſe Zellen bedeutend größer geworden und enthalten eine Menge rundlicher, heller Kerne, meiſt bis zehn, zuweilen aber ſelbſt bis zwanzig, die an der Zellenwand anliegen. Jeder Kern hellt ſich auf und wird endlich ein Bläschen, in welchem ein Samenfaden ſpiralig zuſammengerollt liegt. Nach einiger Zeit löſen dieſe Bläschen ſich auf, der Samenfaden wird frei und legt ſich, wenn viele Kerne vorhanden waren, mit den Samenfäden, die aus dieſen hervorgegangen ſind, zu einem Bündel zuſammen. Es erklärt ſich aus dieſer Entſtehung die oben erwähnte Zuſammenfügung der Samenfäden in bündelförmige Maſſen, und gerade in Beziehung auf dieſen Punkt entſteht einige Verſchiedenheit durch den Umſtand, daß bei manchen Thieren jedes Bläschen nur einen einzigen Samenfaden enthält, während bei andern nur wenig Samenfäden ſich bilden, die dann wirr in ihrer Zelle durcheinander

liegen. Nach einiger Zeit lösen sich auch die Mutterzellen auf und die Samenfäden liegen dann frei in der Flüssigkeit, — anfangs erst in Bündeln vereinigt, dann aber gänzlich frei und bewegt. Im Hoden selbst sind die Samenfäden fast immer noch in den Zellen eingeschlossen, die erst in den Gängen des Nebenhodens und der Samenleiter verschwinden, und je weiter gegen den Anfang man eine Hodenröhre untersucht, desto weniger entwickelt sind die Kerne und die einzelnen Samenfäden innerhalb dieser Kerne. Es lehrt diese Entstehungsweise auf das Klarste, daß die Samenfäden keine selbstständig organisirten Thiere sind, welche etwa in demselben Verhältnisse zu dem Organismus stehen, wie Schmarotzer und Eingeweidewürmer, sondern daß sie bewegliche Formelemente darstellen, ähnlich den Flimmerzellen. Man hat in dem Gehörorgane der Lampreten Flimmerzellen gefunden, an deren rundlichem Körper nur ein einziger peitschenförmiger Anhang sich befindet, der eine bedeutende Länge besitzt und wellenartige Bewegungen macht. Eine solche isolirte Flimmerzelle sieht einem Samenfaden auf das Täuschendste ähnlich, und läßt sich auch in der That durchaus mit demselben vergleichen.

Die Samenfäden sind die einzigen Formelemente des Samens, welche wesentlich für die Befruchtung sind. Ihr Auftreten zur Zeit der Mannbarkeit, ihr Verschwinden nach dieser Epoche, liefert schon hierfür einen Beweis; — noch mehr aber bezeugten dies direkte Versuche, die wir später anführen werden. Die Flüssigkeit, in welcher die Samenfäden schwimmen, und welche theils von den Hoden, theils von einigen Nebendrüsen geliefert wird, ist einzig dazu bestimmt, die Ausführung und Fortbewegung der Samenfäden zu vermitteln. Sie hat selbst keine befruchtende Eigenschaft.

Die weiblichen Zeugungsorgane, welche in durchaus analoger Weise gebaut sind, wie die männlichen, und sogar in ihrem ursprünglichen Zustande beim Beginne der Entwickelung nicht von denselben unterschieden werden können, liegen sämmtlich in der Bauchhöhle, und zwar in dem tiefsten Grunde derselben, sobald man sich das Weib in aufrechter Stellung denkt.

Die keimbereitenden Organe oder die Eierſtöcke ſind zwei bohnenförmige plattgedrückte Körper, die an einigen Falten des Bauchfells beweglich aufgehängt ſind. Ein feſtes faſeriges Gewebe bildet bei dem Menſchen und vielen Säugethieren die Hauptmaſſe dieſer Organe. Unterſucht man die Eierſtöcke aufmerkſamer, ſo findet man innerhalb dieſes Gewebes unregelmäßig zerſtreut eine große Menge rundlicher Höhlungen oder Käpſelchen, welche mit klarer, waſſerheller Flüſſigkeit erfüllt ſcheinen. Die größten dieſer Kapſeln, welche man nach ihrem Entdecker die Graaf'ſchen Bälge zu nennen pflegt, befinden ſich an der Oberfläche des Eierſtockes, unmittelbar unter dem glänzenden Ueberzuge, womit ihn das Bauchfell umhüllt, während die kleineren, unentwickelteren Follikel mehr in dem Innern vergraben liegen. Man hielt dieſe Bläschen früher für die wirklichen Eier, und erſt der neueren Zeit war es vorbehalten, den wahren Bau dieſer Theile näher zu erforſchen, und feſtzuſtellen, daß das eigentliche Ei der Säugethiere und des Menſchen erſt im Innern dieſer Kapſeln liege, und höchſtens $^1/_{10}$ Linie im Durchmeſſer habe, während der Graaf'ſche Balg oder der Follikel, wie wir ihn fortan der Kürze halber benennen wollen, oft bis zur Größe einer kleinen Erbſe anſchwillt.

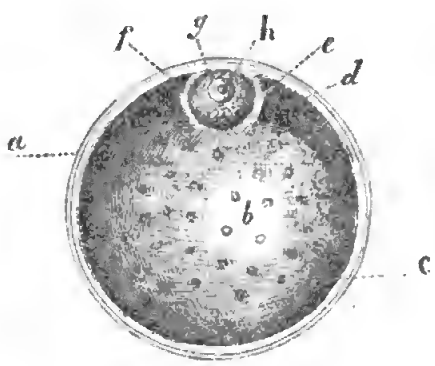


Fig. 26. Idealer Durchſchnitt eines Graaf'ſchen Follikels bei ſtarker Vergrößerung. a. Die äußere Faſerhaut des Balges. b. Der mit gallertartiger Flüſſigkeit angefüllte Hohlraum des Balges. c. Innere Zellenlage des Follikels, die ſich in der Umgebung des Ei's zur Keimſcheibe d. (Discus proligerus) verdickt. e. Die Zona oder Dotterhaut, in Form eines hellen Ringes ſich darſtellend. f. Der Dotter. g. Das Keimbläschen. h. Der Keimfleck.

Es iſt von der höchſten Wichtigkeit, die Struktur des Follikels ſowohl, als auch diejenige des Eies genauer kennen zu

lernen, bevor man auf die Veränderungen eingeht, welche dieſelben bei der Entwickelung durchlaufen. Vor allen Dingen iſt ſtets wohl zu beachten, daß das Eichen der Menſchen wie der Säugethiere eine außerordentlich kleine Kugel iſt, die man nur bei ſehr günſtiger Lichtbrechung mit dem bloßen Auge gerade noch als Punkt wahrnehmen kann, zu deren genaueren Erforſchung es aber mikroſkopiſcher Beobachtung bedarf. Bei Anwendung gehöriger Vergrößerungen ſieht man indeß folgende Theile. Die äußere Hülle des durchaus kugelförmigen Eichens wird von einer dicken, glashellen Haut gebildet, welche unter dem Mikroſkope als ein vollkommen durchſichtiger, kryſtallhell glänzender Ring erſcheint, in dem man keine Schichten oder ſonſtige Struktur wahrnehmen kann. Wir nennen dieſe durchſichtige Hülle, die verhältnißmäßig ſehr feſt und elaſtiſch iſt, die Zona, und bemerken im Voraus, daß ſie demjenigen feinen Häutchen analog iſt, welches in dem Ei des Vogels den Dotter umſchließt und deshalb die Dotterhaut genannt wird.

Der Inhalt der Zona wird zum größten Theile von dem Dotter gebildet, der bei den Säugethieren aus einer körnigen, gelblichen Maſſe beſteht, welche bei auffallendem Lichte milchweiß erſcheint und eine talgartige Conſiſtenz hat. Beim Drucke zwiſchen zwei Glasplatten verhält ſich dieſer Dotter etwa ſo, wie eine aus friſchem Brode geknetete Kugel, die ebenfalls gerade Zuſammenhang genug hat, um ſich zwiſchen den Fingern in mancherlei Formen bringen zu laſſen. Der Dotter ſelbſt iſt zum Theile fettartiger Natur, und wahrſcheinlich beſtehen die feinen Körnchen, welche in ſeiner Subſtanz zerſtreut ſind, aus ſehr kleinen Fetttröpfchen, welche in einer eiweißartigen Maſſe zerſtreut ſind. Es iſt überhaupt ein allgemeines Geſetz in der Thierwelt, daß der Eidotter aus zweierlei verſchiedenen Reihen von Stoffen, eiweißartigen und fettigen, zuſammengeſetzt iſt. Indeſſen erfüllt der Dotter die Höhle der Zona nicht durchaus. An einem Punkte ſeiner Oberfläche, und meiſtens hart an der innern Wand der Zona, liegt ein kleines, vollkommen durchſichtiges, mit waſſerheller Flüſſigkeit gefülltes Bläschen, welches etwa $\frac{1}{30}$ Linie im

Durchmeſſer mißt, und eine äußerſt feine zarte Hülle beſitzt, welche die erwähnte waſſerhelle Flüſſigkeit in ſich ſchließt. Dieſes feine Bläschen, das Keimbläschen oder Purkinje'ſche Bläschen, wie es nach ſeinem Entdecker benannt wird, findet ſich in allen, noch im Eierſtocke befindlichen Eiern, ohne Ausnahme in dem ganzen Thierreiche, und ſtellt ſich dadurch als ein durchaus conſtantes Element des unbefruchteten Eies dar. Außer der waſſerhellen Flüſſigkeit zeigt ſich in ſeinem Innern bei dem Säugethiere und dem Menſchen ein kleiner rundlicher, dunkler Fleck, der etwas körnig ausſieht, allein zu klein iſt, um ſonſtige Struktur erkennen zu laſſen. Bei vielen andern Thieren findet ſich Statt dieſes einfachen Keimfleckes eine größere oder geringere Zahl bläschenartiger Gebilde, welche oft wie platte Fetttröpfchen ausſehen und hier und da an der Innenwand der Keimbläschenhülle zerſtreut liegen.

Faſſen wir demnach noch einmal die einzelnen Theile des Eies überſichtlich zuſammen, ſo zeigt ſich daſſelbe aus zwei excentriſch in einander geſchachtelten, kugelförmigen Bläschen gebildet, nämlich aus einem innern kleineren, dem Keimbläschen, und einem umhüllenden größeren, der Zona. Jedes dieſer Bläschen hat einen beſonderen Inhalt; das Keimbläschen einen waſſerhell flüſſigen, in welchem der körnige Keimfleck ſich findet, die Zona einen feſteren, den Dotter, in welchem an einer Stelle der Peripherie des Keimbläschen eingebettet liegt.

Das Eichen ſelbſt befindet ſich, wie ſchon oben bemerkt wurde, im Inneren des Graaf'ſchen Follikels. Dieſer iſt von einer eiweißartigen, klebrigen Flüſſigkeit erfüllt, und von einer mehr oder minder dicken Haut umſchloſſen, welche einen Sack um dieſe Flüſſigkeit bildet. Die Innenfläche dieſer Haut iſt mit einer Lage rundlicher Zellen gepflaſtert, welche um das Ei herum ſich vermehren und daſſelbe ſeitlich umhüllen, ſo daß alſo das Ei von einer Lage dieſer Zellen umfaßt und einigermaßen in ſeiner Lage befeſtigt wird. Oeffnet man den Follikel, um das Ei austreten zu laſſen, ſo reißen ſich dieſe Pflaſterzellen, welche ziemlich feſt an der Oberfläche der Zona ankleben, von

der Innenwand des Follikels los und begleiten das Ei, welches dann unter dem Mikroskope etwa wie von einem Strahlenkranze oder einem Heiligenscheine umgeben scheint, in der That aber allseitig von diesen Zellen umgeben wird. Man glaubte eine Zeit lang diesen Zellen eine besondere Wichtigkeit zuschreiben zu müssen, weshalb man diesen Strahlenkranz mit dem Namen der „Keimscheibe“ (Discus proligerus) bezeichnete. Neuere Beobachtungen haben indeß dargethan, daß diese Zellen bei der Entwickelung des Eies durchaus keine Rolle spielen, im Eileiter bald abgestreift werden und gänzlich verloren gehen; mithin eher als ein zu dem Follikel gehöriges Gebilde angesehen werden müssen.

Betrachtet man die Struktur des Eies in dem Eierstocke, sowohl bei wirbellosen als bei Wirbelthieren, so zeigt sich dasselbe überall aus denselben Theilen gebildet. Man findet überall als äußere Hülle eine Dotterhaut, welche in den meisten Fällen aber nur zart und fein ist, und einzig bei den Säugethieren als Zona eine bedeutende Dicke erreicht. Ueberall findet sich auch ein Dotter, dessen Consistenz und Farbe sehr häufigen Verschiedenheiten unterworfen ist, während seine Zusammensetzung insofern überall dieselbe ist, als er stets, wie schon oben bemerkt, aus zweierlei Stoffen, einem eiweißartigen und einem fettartigen, besteht. Das Fett selbst ist bald mehr oder minder flüssig, wie in dem Dotter des Hühnereies, bald mehr fest. Oft bildet es nur mikroskopische Körnchen, wie in den Säugethiereiern, während der Dotter der Fische Tropfen enthält, die man schon mit bloßen Augen wahrnehmen kann. In vielen Fällen ist dies Fett durchaus farblos, sehr häufig aber auch gelb oder orange, zuweilen selbst von grüner, hochrother oder violetter Farbe, die sich dann dem ganzen Dotter mittheilt. Das Keimbläschen mit einfachen oder mehrfachen Keimflecken ist ebenfalls ein constantes Gebilde in denjenigen Eiern, welche noch innerhalb des Eierstockes befindlich sind. Es liegt stets in der Nähe der Peripherie des Dotters und meist an der Innenwand der Dotterhaut angelagert. Das Ei innerhalb des Eierstockes

zeigt demnach durchaus beſtändige, unzweideutige Charaktere, und wenn es nicht früher bei den Säugethieren entdeckt wurde, ſo lag die Schuld daran, daß man erwartete ein Gebilde zu finden, welches mit bloßen Augen ſich leicht entdecken ließe und einige Aehnlichkeit mit dem ſo wohl bekannten Vogeleie beſäße. Durch die Exiſtenz der Follikel irre geleitet, vergaß man den Inhalt derſelben genauer zu unterſuchen.

Jeder meiner Leſer kennt das Hühnerei, und es mag deshalb nicht unſtatthaft ſein, einen Augenblick auf die Struktur desſelben einzugehen, um zu zeigen, in welchem Verhältniſſe der Bau deſſelben zu demjenigen des Säugethiereies ſteht. Es iſt leicht, durch Oeffnung einiger friſchen und einiger hartgekochten Eier ſich eine Anſchauung dieſer Verhältniſſe zu verſchaffen, ein Verfahren, welches weſentlich zum Verſtändniſſe des Vorigen beitragen möchte. Die Kalkſchale, welche das Hühnerei umſchließt, iſt in ihrem Innern von einer dünnen, milchweiß gefärbten Haut ausgekleidet, welche die Schalenhaut heißt. Auf dieſe folgt das Eiweiß, das nach innen, gegen den Dotter hin, ſtets dickflüſſiger wird, und in deſſen Innern man zwei ſpiralartig gedrehte Stränge unterſcheidet, welche von den beiden Polen des Eies gegen den Dotter hinlaufen und dieſen in ſeiner Lage zu erhalten ſcheinen. Dieſe beiden Stränge, die ſogenannten Hagelſchnüre oder Chalazen, ſind nur aus feſterem Eiweiß gebildet und ein Reſultat der ſpiraligen Drehung des Eies im Eileiter. Alle die genannten äußern Theile des Hühnereies: Kalkſchale, Schalenhaut, Eiweiß und Hagelſchnüre, finden ſich nicht an dem Säugethiereie und eben ſo wenig an dem Vogeleie, ſo lange dieſes noch in dem Eierſtocke eingeſchloſſen iſt. Sie werden erſt ſpäter, nach der Lostrennung des Eies von dem Eierſtocke, während der Wanderung der Dotterkugel durch den Eileiter, umgebildet, und können deshalb bei einer Vergleichung des Hühnereies mit dem Eierſtocksei des Säugethieres nicht in Betracht gezogen werden.

Im Innern des Eiweißes ſchwimmt bei dem Hühnereie eine orangegelbe Kugel, die Dotterkugel, deren dickliche

Flüſſigkeit beim Kochen erſtarrt. In friſchem Zuſtande wird dieſe Flüſſigkeit in Kugelform erhalten durch eine feine, aber doch ziemlich feſte Haut, die Dotterhaut, von deren Exiſtenz man ſich leicht überzeugen kann, indem man den Dotter von dem Eiweiße befreit und ihn dann anſticht, ſo daß die Flüſſigkeit herausläuft. Man ſieht dann die Dotterhaut ſich kräuſeln und Falten werfen. Der Dotter beſteht deutlich aus zweierlei Subſtanzen, wie man leicht ſehen kann, wenn man einen ſenkrechten Schnitt durch ein hartgekochtes Ei führt.

Im Innern findet ſich eine weißlichere Maſſe, während die äußere Dotterſubſtanz ſtets feſter und gelber erſcheint. Der innere, weißliche Dotter hat eine flaſchenförmige Geſtalt — der Boden der Flaſche nimmt den Mittelpunkt des Eies ein — der Hals würde an derjenigen Stelle des Dotters, welche von demſelben nach oben gekehrt wird, nach außen münden. An dieſer Stelle, die ſich ſtets, wie man auch das Ei drehen mag, beim Oeffnen zeigt, ſieht man einen weißlichen Ring, der meiſt in der Mitte durchſichtig iſt und zuweilen mehrere concentriſche Kreiſe um ſich hat. Man nennt dieſe Stelle den Hahnentritt. In der Mitte des Hahnentrittes liegt bei noch unentwickelten Eiern das Keimbläschen mit dem Keimflecke eingebettet. Auch in dem Vogel iſt das Keimbläschen außerordentlich klein und nur unter dem Mikroſkope ſichtbar, meiſtens auch ſchon verſchwunden, wenn das Ei gelegt iſt, während es in dem Ei, das noch nicht den Eierſtock verlaſſen hat, deutlich erkannt werden kann. Die weißlichen Ringe, zwiſchen denen das Keimbläschen eingebettet iſt, ſind von eigenthümlich geſtalteten Dotterelementen gebildet. Verfolgt man nun die Entwickelung des Hühnereies innerhalb des Eierſtockes nach rückwärts, ſo zeigt ſich Folgendes: Betrachtet man den Eierſtock eines Huhnes, der, wie jedem bekannt, eine traubenförmige Geſtalt hat, einfach iſt und hart an der Wirbelſäule etwas mehr an der linken Seite liegt, ſo erſcheinen die Eier um ſo weißlicher, je kleiner ſie ſind. Der Hahnentritt wird immer undeutlicher, je jüngere Eier man betrachtet, und es erſcheint das primitive Ei aus einem hellen,

großen Keimbläschen und einem körnigen weißlichen Dotter zusammengesetzt. Die bildenden Bestandtheile sind demnach durchaus dieselben, wie bei dem Säugethierei, und dies Ei liegt ebenso in dem vom Eierstocke gebildeten Eisacke, wie das Säugethierei in seinem Follikel. Nun aber tritt ein Unterschied ein. Es bildet sich keine Dotterhaut, oder wenn sich eine solche bildet, so geht sie sehr schnell unter dem bedeutenden Absatze schichtenweiser Lagen von Zellen unter, die sich auf den körnigen Dotter niederschlagen und so allmählich als gelber Dotter sich darstellen und die Hauptmasse des Eies ausmachen. Der innere körnige weißliche Dotter des Vogeleies ist demnach der primitive Dotter; die gelbe Hauptmasse erst eine spätere Zellenablagerung, die sich zuletzt mit einer Dotterhaut umhüllt. Auf diese Weise entsteht der Unterschied, welcher sich zwischen dem Hahnentritte, dem Dotter an der Peripherie und im Innern schon dem bloßen Auge bemerklich macht. Diese Verschiedenheit entwickelt sich erst gegen die Reife des Eies hin; in dem unreifen Eierstockseie zeigt sich der Dotter eben so gleichförmig in allen seinen Theilen, wie in dem Säugethierei, und erst durch die Ausbildung des Eies wird eine Verschiedenheit gegeben, die wir mit den Worten: „Bildungsdotter“ und „Nahrungsdotter“ bezeichnen können, indem der primitive Dottertheil wesentlich zur Bildung des Embryo's in Beziehung steht, während der gelbe spätere Dottertheil zum weiteren Ausbau und zur Nahrung des schon gebildeten Embryo's verwendet wird. Bei den Säugethieren fehlt eine solche Trennung zwischen Bildungsdotter und Nahrungsdotter durchaus, da hier der Embryo wesentlich durch von der Mutter zugeführten Stoff ernährt wird.

Man glaubte früher, die Follikel im Eierstocke der Säugethiere und Menschen für die eigentlichen Eier halten zu müssen, während sie doch wirklich den traubenförmigen Säcken entsprechen, in welchen die Eier des Vogels und der meisten eierlegenden Thiere eingehüllt sind. In der That sind auch die Eisäcke innerlich mit Zellen gepflastert, welche große Aehnlichkeit mit denjenigen besitzen, die das Ei der Säugethiere im Innern des

Follikels umhüllen und die sogenannte Keimscheibe bilden. Der Follikel der Säugethiere und des Menschen unterscheidet sich demnach nur dadurch von dem Eisacke anderer Thiere, daß er verhältnißmäßig zu dem Eie eine ungemeine Größe erreicht und viele Flüssigkeit enthält, in welcher das klein bleibende Ei schwimmt, während bei den eierlegenden Thieren der Eisack das Ei, welches ein bedeutendes Volumen erreicht, von allen Seiten dicht umschließt. Ebenso erscheint der Eierstock des Menschen nur deshalb nicht traubig, wie derjenige der Vögel und vieler Säugethiere, weil die faserige Zwischensubstanz zwischen den Eisäcken bei letzteren nur sehr wenig entwickelt ist, während sie in dem menschlichen Eierstocke alle Zwischenräume der Follikel erfüllt.

Die Entwickelung des Eies innerhalb des Eierstockes erschien von jeher als ein äußerst wichtiges Problem, und ist bis jetzt noch nicht ganz vollständig gelöst worden. Bei den Säugethieren ist dies Verhältniß schwer zu ermitteln, da die große Menge der faserigen Grundsubstanz des Eierstockes die jungen Eier zu sehr umhüllt. Betrachtet man aber die dünnen häutigen Blätter, aus welchen die Eierstöcke der Fische gebildet sind, so zeigen sich in diesen die kleinsten Eier ganz hüllenlos zwischen den Fasern eingebettet, und erst um die größeren findet man deutliche Eisäcke. Man möchte hier fast versucht werden, anzunehmen, das entstehende Ei verhalte sich etwa so, wie ein eingedrungener fremder Körper, um welchen sich allmählich ein Balg bildet, der ihn einhüllt und abschließt von der umgebenden Substanz der Organe und in dem Verhältniß wächst, als der durch den fremden Körper verursachte Reiz zunimmt. Bei den Säugethieren und dem Menschen erscheinen die Graaf'schen Bälge sehr früh. Sie zeigen sich als ein Zellenhaufen um eine centrale Zelle, das Keimbläschen des werdenden Eies. Der Zellenhaufen umgiebt sich sehr bald mit einer Haut — der Haut des Follikels —, um das Keimbläschen lagert sich Dottermasse und die anfangs äußerstf eine Dotterhaut, und das Gebilde erscheint nun als ein Balg, innen mit Zellen gepflastert, der ein primitives Ei ganz

eng umſchließt. Später wird der Balg größer und das Ei, das ihn Anfangs ganz ausfüllte, lagert dann an ſeiner Peripherie. Dieſe Beobachtung enthält auch ſchon die Geſchichte der einzelnen Elemente des Eies — man ſieht, daß das Keimbläschen vor dem Dotter vorhanden iſt. Bei vielen andern Thieren hat man daſſelbe beobachtet. So hat man namentlich in den röhrenförmigen Eierſtöcken der Inſekten geſehen, daß die äußerſten feinen Enden dieſer Organe nur noch freie, iſolirte Keimbläschen enthalten, während im weiteren Verlaufe der Röhre ſich vollſtändig entwickelte Eier mit Dotterhaut, Dotter und eingeſchloſſenen Keimbläschen befinden. Bei einer ganzen Ordnung der Eingeweidewürmer, den Trematoden, findet ſich der Eierſtock in zwei beſondere Organe zerſpalten. In dem einen dieſer Organe, dem Keimſtocke, werden nur die Keimbläschen gebildet, die ſonach in das zweite Organ, den Dotterſtock, übertreten und dort Dotter und Dotterhaut umgebildet erhalten. Es kann alſo nach dieſen Beobachtungen nicht bezweifelt werden, daß das Keimbläschen ſich zuerſt bildet, daß aber je in der Succeſſion der Dottergebilde und des Eiſackes Verſchiedenheiten auftreten können, indem bald hier der Eiſack, bald dort der Dotter mit der Dotterhaut ſich früher um das primitive Keimbläschen umbildet.

Bei vielen Thieren ſetzt ſich der Eierſtock unmittelbar in den *Eileiter* fort, der die Produkte nach außen führt. Bei dem menſchlichen Weib hingegen iſt der Eierſtock vollkommen iſolirt und von dem Eileiter getrennt. Dieſer letztere bildet jederſeits eine enge Röhre, welche ſich gegen den Eierſtock hin in Form eines Trichters öffnet. Der Rand dieſes Trichters iſt mit Fglten und Franſen beſetzt, welche den Eierſtock umfaſſen und das aus demſelben herausfallende Eichen auffangen können. Die Wandungen der Eileiter ſind überall aus muskulöſen Faſern geſponnen und dadurch energiſcher Zuſammenziehungen fähig, welche, wie diejenigen des Darmes, ſich wurmförmig von dem Trichter nach unten hin fortſetzen und auf dieſe Weiſe einen innerhalb des Eileiters befindlichen Körper von dem Trichter

weg nach unten fortbewegen können. Auf der innern Fläche des Eileiters befindet sich eine große Anzahl von Drüsen, welche das Eiweiß absondern. Außerdem ist noch diese innere Fläche mit einer sehr lebhaften Wimperbewegung ausgestattet, deren Richtung von dem Trichter aus abwärts geht. Es ist somit sowohl durch die wurmförmigen Zusammenziehungen als durch die Richtung der Wimperbewegung Alles darauf eingerichtet, daß in dem Eileiter enthaltene Körper, und zwar namentlich die Eier, durch die Röhre nach außen geschafft werden können.

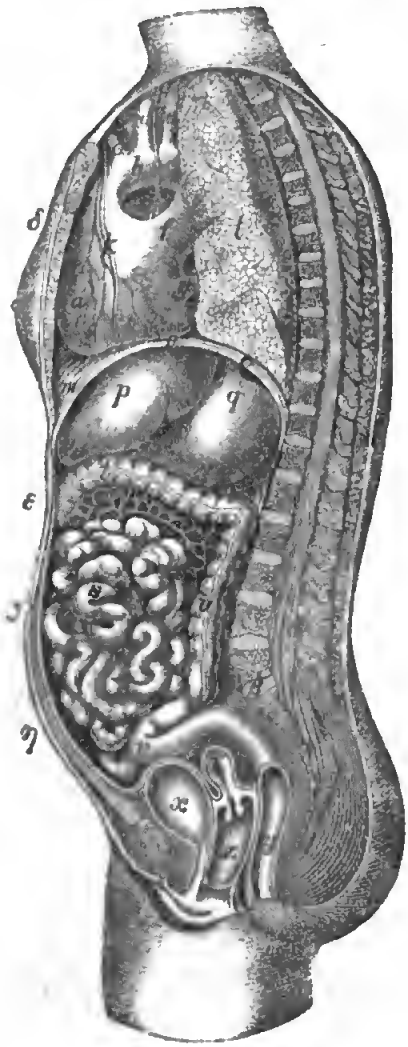


Fig. 26.

Durchschnitt des weiblichen Körpers.

w. Die Gebärmutter, in der Mitte durchschnitten, so daß man ihre innere Höhle sieht, welche die Fortsetzung der Scheide z bildet. Eileiter und Eierstöcke, als seitliche symmetrische Organe, sind nicht sichtbar. x. Harnblase. y. Mastdarm. a. Schambein.

Beide Eileiter münden an ihrem unteren Ende bei dem Menſchen in einen mittleren Körper ein, der die Gebärmutter oder der Uterus heißt. Im gewöhnlichen jungfräulichen Zuſtande hat dieſer Körper eine plattgedrückte, birnförmige Geſtalt, ſehr dicke, aus eigenthümlichen Faſern gewebte Wände, und nur eine kleine innere Höhlung, welche eine dreieckige Geſtalt hat, und in deren beide hintere Zipfel die Eileiter ausmünden. Die Gebärmutter iſt der Behälter, in welchem bei den Säugethieren der Fötus ſich entwickelt. — Die Geſtalt dieſes Behälters wechſelt außerordentlich bei den verſchiedenen Säugethieren. Nur bei der geringen Minderzahl derſelben iſt die Gebärmutter einfach, wie bei dem Menſchen; bei den meiſten iſt ſie mehr oder minder tief in zwei ſeitliche Theile, ſogenannte Hörner geſpalten, an deren Ende der Eileiter einmündet. Im Innern der doppelten oder einfachen Höhle bettet ſich das Ei ein, ſobald es durch den Eileiter hindurchgegangen iſt, und verbleibt darin bis zu ſeiner Ausſtoßung im Momente der Geburt. Der Uterus iſt deshalb einer außerordentlichen Ausdehnung fähig. Er erfüllt gegen das Ende der Schwangerſchaft faſt gänzlich die Bauchhöhle, indem die übrigen Eingeweide auf den kleinſten Raum zurückgedrängt werden. Die Frucht ſelbſt tritt in einen organiſchen Zuſammenhang mit den Wänden der Gebärmutter, aus deren Blutgefäßen ſie, wie wir ſpäter ſehen werden, ihre Nahrung zieht. Zu dieſem Endzwecke vergrößern ſich die Blutgefäße des Uterus in demſelben Verhältniſſe, wie ſich ſein Umfang vergrößert und ſeine Faſern an Maſſe zunehmen. Die Zuſammenziehungen dieſer Faſern ſind es, welche bei der Geburt die Frucht aus der Höhle des Uterus hinaustreiben und nachher die Gebärmutter wieder allmählich auf einen Umfang zurückführen, welcher dem urſprünglichen jungfräulichen Zuſtande nahe kömmt.

Es iſt zu unſerm Zwecke unnöthig, hier näher auf Geſtalt und Struktur der äußern Zeugungsorgane einzugehen, welche hauptſächlich nur dem Zwecke der Begattung entſprechend gebaut

ſind, und die Berührung der beiderſeitigen Zeugungsſtoffe, des Samens und des Eies, vermitteln ſollen. An welchem Orte dieſe Berührung bei den Säugethieren zu Stande kommt und welcher Art die Vorgänge ſeien, die ſich zur Berührung dieſes Zweckes die Hand bieten, dies darzuſtellen ſoll der Gegenſtand der folgenden Briefe ſein.

Neunzehnter Brief.

Die Zeugung der Thiere.

Alle Organismen ohne Ausnahme haben eine bestimmte Lebensdauer, während welcher sie sich entwickeln, eine Zeit lang auf einem gewissen Höhepunkte erhalten, nachher von diesem zurücksinken, der endlichen Auflösung und dem Tode verfallen. Es würde sonach, da der Tod allen Organismen unvermeidlich bevorsteht, und bei den Thieren, im Verhältniß zu den Pflanzen, die Lebensdauer nur sehr kurz ist, die Ausrottung der Art unvermeidlich sein, wenn nicht die Zeugung und Fortpflanzung das Mittel an die Hand gäbe, auch nach dem Untergange der gerade lebenden Individuen durch Fortpflanzung die Art zu erhalten. Wenn wir uns umschauen in dem Thierreiche, so sehen wir die Fortpflanzung in mannichfacher Art bewerkstelligt, und die Vergleichung dieser verschiedenen Vorgänge mit demjenigen beim Menschen ergiebt viele der wichtigsten Resultate, die wir dem Leser nicht vorenthalten dürfen.

Oft und viel hat man, namentlich in ältern Zeiten, von der Urzeugung oder geschlechtlosen Zeugung gewisser Thiere gesprochen. Man verstand darunter die unmittelbare Erzeugung lebender Wesen aus organischen Stoffen, welche in keiner durch Fortpflanzung bedingten Beziehung zu diesen Wesen standen. Je mehr indeß die Fackel der Wissenschaft in das Dunkel leuchtete, welches die Entstehungsweise der thierischen Organis-

men umhüllte, desto mehr wurden diese Ansichten von einer Generatio aequivoca, wie man die Urzeugung auch ziemlich allgemein nannte, zurückgedrängt. Wenn man indessen auch bald einsah, daß die Aale nicht, wie der alte Aristoteles noch glaubte, aus dem Schlamme der Gewässer oder die Maden aus den faulenden Leichnamen entstünden, so behielt man dennoch hinsichtlich einiger Thierklassen die alte Meinung bei, und noch mancher Naturforscher unserer Tage sucht dieselbe zu vertheidigen und mit Gründen zu belegen. Es waren namentlich die Infusionsthierchen, die Eingeweidewürmer und einige schmarotzende Insekten, bei welchen man die Urzeugung aus ungleichartigen Stoffen, nicht aber aus vorher vorhandenen Keimen annehmen zu müssen glaubte, und in der That sprechen manche Erscheinungen für eine solche Annahme, die wir um so ausführlicher besprechen müssen, als es leicht gelingt, den Laien oder den flüchtigen Beobachter für dieselbe zu gewinnen.

Uebergießt man irgend einen organischen Stoff, welcher Art er auch sei, mit Wasser und läßt ihn einige Zeit an der freien Luft stehen, so entwickeln sich alsbald eine Menge mikroskopischer Pflanzen und Thiere, welche in der faulenden Materie wuchern und aus derselben entstanden zu sein scheinen. Die große Menge dieser mikroskopischen Pflanzen und Thierchen, ihre so äußerst schnelle Entstehung und die Gleichartigkeit derselben unter gleichen Verhältnissen schienen die Annahme zu rechtfertigen, daß diese schmarotzenden Organismen unter der gleichzeitigen Einwirkung von Luft, Wasser und organischer Substanz entstanden seien. Es bedurfte entscheidender Versuche, um zu zeigen, daß diese Infusionsthierchen und Schimmelpflanzen entweder lebend, aber im vertrockneten und eingekapselten Zustande, oder auch als Keime und Sporen in der Luft umherschwebten, und in dem Aufgusse einen geeigneten Mutterboden fänden, in welchem sie sich entwickelten. Man mußte zeigen, daß die Entstehung solcher Organismen unmöglich sei, sobald die Keime derselben in der Luft, in dem Wasser und in der organischen Substanz, welche man zum Aufgusse wählte, vollkom-

men zerstört waren, und auf der andern Seite mußte man beweisen, daß die Fortpflanzungsfähigkeit dieser niedern Organismen wirklich hinreichend groß sei, um in wenigen Stunden oder Tagen Tausende von Individuen erzeugen zu können.

Die neueren Untersuchungen über Infusorien und Schimmelpflanzen beweisen in der That, daß die Fortpflanzungsfähigkeit derselben außerordentlich sei. Ein Schimmelfaden, welcher in wenigen Stunden aus einem Keimkerne, einer Spore hervorwuchert, streut nach Verlauf dieser Zeit Hunderttausende von unendlich kleinen Sporen aus, die eben so schnell wuchern und sich vervielfältigen. Niedere Infusorien theilen sich der Quere nach, und jedes aus der Theilung hervorgegangene Thier kann sich nach Verlauf weniger Stunden von neuem theilen, so daß die Fortpflanzung in geometrischer Reihe sich vervielfältigt; Räderthierchen, welche einer eigenen, höher organisirten Klasse von wurmartigen Geschöpfen angehören, pflanzen sich durch Eierlegen so ungemein schnell fort, daß ein einziges Mutterthier binnen 24 Stunden eine Nachkommenschaft von mehreren tausend Individuen haben kann. So ist demnach die äußerst schnelle Vermehrung solcher Organismen durch mütterliche Zeugung eine erwiesene Thatsache, und nicht minder groß ist die Lebensfähigkeit dieser Thiere und Pflanzen, sowie ihrer Keime. Räderthierchen, Bärenthierchen und Infusorien leben wieder auf beim Uebergießen mit Wasser, nachdem sie Jahre lang in vertrocknetem Zustande scheintodt zugebracht hatten, und nur die Siedhitze, welche das Eiweiß gerinnen macht, tödtet diese niederen Thiere und ihre Keime unwiderruflich. Im vertrockneten Zustande aber sind diese Thierchen so leicht, daß der geringste Luftzug sie entführt. Man hat in der neuesten Zeit nachgewiesen, daß eine Menge Infusorien beim Austrocknen des Wassers, in welchem sie leben, sich einkapseln, und so, gegen die vollständige Austrocknung geschützt, lange Zeit hindurch dem günstigen Momente entgegenharren können, wo frische Feuchtigkeit ihren Lebensprozeß von Neuem unterhält. In diesem eingekapselten Zustande werden zugleich neue Fortpflanzungsweisen eingeleitet, welche ebenfalls

eine unendliche Vermehrung der Keime beabsichtigen. Nicht nur in dem gewöhnlichen Staube, sondern auch in dem Passatstaube, der durch die in höheren Regionen der Atmosphäre herrschenden regelmäßigen Winde oft auf ungeheuere Strecken verführt wird, hat man eine Menge von Schälchen und Panzern solcher mikroskopischer Thierchen und Pflänzchen gefunden, welche auf diese Weise aus den vertrockneten Gewässern aufgehoben und über einen bedeutenden Theil der Erdoberfläche ausgestreut wurden. Man kann deshalb wohl sagen, daß die Luft beständig mit unendlich kleinen Keimen und vertrockneten Thierchen erfüllt ist, daß die Stäubchen, welche uns im Strahle der Sonne sichtbar werden, großen Theils nichts anderes sind, als trockene Keime organischer Wesen, welche nur des günstigen Mutterbodens harren, um sich auf demselben zu vervielfältigen.

Den direkten Beweis dieser Annahme liefert ein einfacher Versuch, welcher vielfach modificirt stets dasselbe Resultat giebt. Der Zweck dieses Versuches ist der, in einem Aufgusse organischer Substanz alle Keime zu zerstören, und nachher nur solche Luft zuzulassen, in welcher ebenfalls alle Keime auf irgend eine Weise zu Grunde gerichtet worden sind. Bildeten sich unter diesen Gegenständen Infusorien oder Schimmelpflanzen, so war der Beweis geliefert, daß sie auch ohne Intervention von Keimen, also durch Urzeugung entstehen konnten; — im Gegentheile mußte man die Erzeugung derselben den in der Luft oder im Wasser vorhandenen Keimen zuschreiben. Man stellte nun den Versuch in der Art an, daß man Fleisch z. B. in einem Kolben mit Wasser kochte, und nach längerem Kochen den Kolben so verstopfte, daß man einen Luftzug nach Belieben durch denselben streichen lassen konnte. Durch das längere Kochen wurden alle Keime und Thiere oder Pflanzen ertödtet, welche sich im Wasser oder auf dem Fleische befanden. Die durchstreichende Luft aber leitete man vorher durch ein glühendes Rohr, durch Schwefelsäure, Aetzkali oder irgend eine andere Substanz, und zerstörte auf diese Weise alle in dem Luftstrome enthaltenen und

mit ihm weggeführten Keime, ohne die Zuſammenſetzung der Luft ſelbſt im Geringſten zu ändern. Das Fleiſch zerſetzte ſich, faulte, ohne daß je eine Spur von Infuſorien entſtand. Oeffnete man aber den Kolben, oder ließ man Luft einſtreichen, welche nicht auf die angegebene Weiſe behandelt war, ſo erzeugten ſich in wenigen Stunden große Mengen von pflanzlichen und thieriſchen Organismen, Schimmelpflanzen und Infuſorien.

Dieſer Verſuch iſt ſo ſchlagend und in ſeiner Einfachheit ſo überzeugend, daß man die Urzeugung der Infuſorien in jetziger Zeit vollen Ernſtes nicht mehr behaupten kann. Diejenigen freilich, welche den Werth phyſikaliſcher Beweiſe in den phyſiologiſchen Wiſſenſchaften nicht einſehen wollen oder können, und denen eine vorgefaßte irrige Meinung mehr gilt, als die bewieſene Wahrheit, dieſe mögen fortfahren, die Urzeugung der Infuſorien zu behaupten; ſie liefern damit nur einen Beweis ihrer blinden Thorheit.

Eine andere Klaſſe von Thieren, für welche man bisher die Urzeugung vindicirte, iſt diejenige der Eingeweidewürmer, der inneren Schmarotzer, welche auf Koſten anderer Thiere leben. Man findet Eingeweidewürmer nicht nur in dem Darme und in deſſen Nebenhöhlen, in welche ſie von außen her gelangen können, ſondern auch in dem Innern von Organen, welche durchaus geſchloſſen ſind und in die man nicht ohne gewaltſame Zerſtörung und Durchbohrung eindringen kann. Die Drehkrankheit der Schafe wird von einem eingekapſelten Bandwurm, einem Blaſenwurm, erzeugt, der ſich im Innern des Gehirnes einniſtet; in dem Innern der Fiſchaugen, mitten in dem Glaskörper, leben ſehr oft Würmer in großer Anzahl; in dem Muskelfleiſche vieler Thiere und des Menſchen, in den inneren Häuten, ja ſelbſt in Knorpeln und Knochen findet man zuweilen Eingeweidewürmer, die unmöglich unmittelbar von außen her in die überall geſchloſſenen Organe gelangt ſein können. Welche andere Annahme iſt hier möglich als die, daß ſich dieſe Schmarotzer auf Koſten der Subſtanz des lebenden Thieres erzeugt haben und nun an dem Orte ihrer Entſtehung fortleben? Hierzu

kommt noch, daß jede Thierart ihre eigenthümlichen Schmarotzerthiere beſitzt, und daß es nur ſehr wenige Arten von Eingeweidewürmern giebt, welche mehreren Thieren gemeinſchaftlich ſind. Wie ſollten dieſe Schmarotzer aus einem Individuum in das andere übergehen, da ſie außerhalb der Organismen, in welchen ſie leben, meiſt baldigſt zu Grunde gehen und ſterben? Iſt es nicht viel wahrſcheinlicher, daß die Schmarotzer ſich in dem Thiere ſelbſt erzeugen, und beweist nicht ihr Tod beim Uebergange in ein anderes Thier oder ins Freie, daß ſie nur in demjenigen Organismus leben können, in welchem ſie erzeugt ſind?

Die neuen Unterſuchungen über Eingeweidewürmer haben auf alle dieſe Fragen ſo vollſtändige Antworten gegeben, daß man den Glauben an eine Urzeugung derſelben nur mit Mühe feſthalten könnte. Zuerſt hat die Anatomie derſelben gezeigt, daß ſowohl die Geſchlechtsorgane, als auch die Keime und Eier bei den Eingeweidewürmern in ungeheuerer Zahl ſich vorfinden. Ein Bandwurm z. B. hat in jedem ſeiner Glieder, deren er mehrere Tauſende beſitzen kann, einen vollſtändigen männlichen und weiblichen Geſchlechtsapparat, und jedes Glied enthält Hunderte, ja Tauſende von Eiern, die ſelbſt in faulenden Flüſſigkeiten und in chemiſch ätzenden Subſtanzen ſich unverſehrt erhalten und auch durch Austrocknen nicht verändert werden können. Ein einziger Spulwurm erzeugt in ſeinen fadenförmigen Eierſtöcken während eines Jahres etwa ſechszig Millionen mikroſkopiſcher Eichen, deren Lebenszähigkeit ebenfalls ungemein groß zu ſein ſcheint. Weshalb nun ſolche unendliche Häufung der Keime in dieſen und vielen andern Schmarotzerthieren, wenn dieſelben nicht zur Ausſaat beſtimmt wären? Wenn es wahr wäre, daß die Schmarotzer auf Koſten der ſie beherbergenden Organismen entſtünden, ſo wären die Millionen von Eiern, die ein einziges Individuum bei ſich führt, eine nutzloſe Verſchwendung von Seiten der Natur, und wozu dann in dieſem Falle die Ausſtoßung dieſer Keime nach außen, die bei vielen Arten ſogar zu regelmäßigen Zeiten wiederkehrt? Man weiß, daß die

Bandwürmer gewiſſer Fiſche ihre mit Eiern erfüllten Glieder im Frühjahre abſtoßen, daß dieſe Glieder nach außen entleert werden, während der gliederloſe Kopf im Darme ſitzen bleibt. Hinter dieſem Kopfe erzeugen ſich während des Sommers und Herbſtes neue Glieder, die im Winter ſich allmählich mit Eiern füllen und im Frühjahre aufs neue abgeſtoßen werden. Bei dem breitgliederigen Bandwurme des Menſchen, dem ſogenannten Grubenkopfe (Bothriocephalus latus), zeigen ſich ähnliche Perioden der Gliederabſtoßung, die nach meiner eigenen Erfahrung zweimal im Jahre, im Frühlinge und Herbſte, wiederkehren. Zu dieſer Zeit treten meiſt die Beſchwerden, welche ein Bandwurm erzeugen kann, periodiſch mit größerer Heftigkeit auf, und endigen mit der Ausſtoßung von Gliedern, die mit reifen Eiern vollgepfropft ſind.

Dieſe Thatſachen ſchon machen es wahrſcheinlich, daß die Eier der Eingeweidewürmer, welche in ſo ungeheuern Maſſen ausgeſtoßen werden, auch nur deshalb in ſo großer Zahl erzeugt wurden, damit Hunderttauſende davon zu Grunde gehen könnten, ohne daß darum die Art ausſtürbe. Ein oder das andere Ei findet durch Zufall einen günſtigen Mutterboden, in welchem es zu weiterer Entwickelung gelangen kann, während die übrigen, welche nicht ſo begünſtigt werden, umkommen, ohne zur Entwickelung zu gelangen. Ja man kann dreiſt behaupten, daß die ſchädlichen Einflüſſe, welche die Eichen bedrohen, ungemein zahlreich und verheerend in ihrer Wirkung ſein müſſen, wenn ſie eine wahre Ueberſchwemmung mit Eingeweidewürmern verhindern ſollen. Ein Menſch, ein Kind, das ein Dutzend Spulwürmer beherbergt, was doch wahrlich nicht allzuſelten iſt, liefert in einem Jahre 72 Millionen Eier in die Abtrittsflüſſigkeit. Dieſe wird in vielen Ländern beim Garten- und Feldbau benutzt, in andern fließt ſie unbenutzt in Bäche und Flüſſe. Millionen und Millionen dieſer Eier werden zu Grunde gehen, aber das eine oder andere wird, vielleicht mit einem Salatblatte, vielleicht mit einem Trunk Waſſer, wieder verſchluckt, und das einzige Individuum, welches ſich aus dieſem Ei entwickelt, genügt, um

auf's Neue Millionen von Eiern zu erzeugen, welche gleichem Ungefähr anheimfallen.

Die geographiſche Verbreitung des oben erwähnten breiten Bandwurmes, des Grubenkopfes, bietet in dieſer Beziehung intereſſante Verhältniſſe dar. Derſelbe kommt in der Schweiz, in Belgien, Holland, Polen und Rußland außerordentlich häufig vor, und in den erſtgenannten Ländern namentlich ſo häufig, daß es manche Lokalitäten giebt, wo faſt jeder Einwohner ſeinen Bandwurm beherbergt. In Deutſchland und Frankreich findet ſich der Wurm nur bei ſolchen Individuen, welche längere Zeit in einem der genannten Länder gelebt haben. Eingeborene Deutſche und Franzoſen, welche das Land nicht verließen, werden von einem durchaus verſchiedenen Wurme, dem Kürbisbandwurme (Taenia solium) heimgeſucht, der viel ſeltener iſt, viel mehr Leiden verurſacht und auch viel ſchwerer abzutreiben iſt, als der Grubenkopf oder breite Bandwurm (Bothriocephalus latus). Die allgemeine Verbreitung dieſes letzteren Wurmes wird dadurch erklärlich, daß derſelbe oft mehrere Tauſende von Gliedern beſitzt, und daß jedes Glied eigentlich nur ein geſchlechtlich entwickeltes Thier iſt, welches aus dem Kopfe, dem geſchlechtsloſen Hauptthiere, hervorſproßt, nach ſeiner Reife abgeſtoßen wird und dann eine Zeit lang ein ſelbſtſtändiges Leben fortzuführen vermag. Jedes dieſer Glieder iſt ungemein reich an mikroſkopiſchen Eichen. Da dieſe eierreichen Glieder periodiſch abgeſtoßen werden, ſo iſt es natürlich, daß ſie ſich in dem Kothe und der Flüſſigkeit der Abtritte in ungemeiner Anzahl vorfinden. Nun herrſcht aber in all den genannten Ländern eine eigenthümliche Methode der Düngung der Gärten namentlich, welche in Deutſchland und Frankreich nicht üblich iſt. Man benutzt nämlich den Menſchenkoth zur Düngung, und begießt mit der Flüſſigkeit, welche ſich in den Abtrittsgruben anſammelt, die Gemüſe, den Salat und die übrigen Gartenkräuter, welche bei ſolcher Behandlung vortrefflich gedeihen. Man beſäet demnach dieſe Kräuter recht eigentlich mit Bandwurmeiern, und wenn auch an denjenigen Gemüſen, welche gekocht werden, die Lebens-

fähigkeit der anhängenden Eier zerstört wird, so genießt man doch mit Salat, Petersilie u. s. w. eine ungeheuere Menge von Eiern, welche in dem Darmkanal ihre Entwickelung finden können. Daß diese kleinen Eichen durch das öftere Waschen der Gemüse gänzlich entfernt werden könnten, darf nur von solchen behauptet werden, die nicht wissen, daß es wahrlich fast unmöglich ist, eine glatte Glasplatte von allen anhängenden mikroskopischen Gegenständen durch Reiben und Bürsten zu reinigen. Man muß sich deshalb bei der allgemeinen Verbreitung dieser Behandlungsweise der Gartengewächse in den genannten Ländern und den durchaus ungenügenden Reinigungsmitteln der Gemüse vielmehr darüber wundern, daß es dort noch Individuen giebt, welche keine Bandwürmer besitzen.

Neuere Untersuchungen über die Fortpflanzung der Bandwürmer deuten auf noch andere Wege hin, auf welchen dieselben in das Innere des menschlichen Organismus gelangen können. Die Mehlkäfer und ihre Larven, die Mehlwürmer, welche überall in Getreidehausen, in den Mehlkästen der Bäcker, in Compost- und Düngerhaufen sich finden, sind im Inneren vollgepfropft mit jungen Bandwürmern, die meist in eigene Kapseln eingeschlossen, innerhalb der Leibeshöhle an die Außenfläche des Darmes und Magens angeheftet sind. „Die Käfer und Larven," sagt der Entdecker dieser Thatsache, „welche ich auf dem Getreideboden meines väterlichen Hauses sammelte, waren im strengsten Sinne des Wortes so mit jungen, auf den verschiedensten Entwickelungsstufen stehenden Bandwürmern gespickt, daß ich die Zahl der auf dem Getreideboden vorhandenen Bandwurmindividuen, ohne mich einer Uebertreibung schuldig zu machen, weit in die Millionen schätzen muß." Und nun weist er nach, wie diese jungen Bandwürmer aus Eiern entstanden sind, die der Mehlwurm gefressen hat; wie innerhalb des Magens des Mehlwurmes aus diesen Eiern Embryonen ausgeschlüpft sind, mikroskopische, äußerst contractile, aus homogener, körniger Substanz gebildete Thierchen, welche mit sechs hornigen Häkchen bewaffnet auf die leichteste Weise sich durch die Wandungen des Magens durchbohren können, um in der Leibeshöhle sich zu

verpuppen, und zu einem vollständigen Bandwurmkopfe innerhalb der Puppenhülse sich auszubilden. Die Aehnlichkeit der so entstandenen jungen Bandwürmer mit den menschlichen ist zwar groß, jedoch noch nicht vollständig erwiesen. Gesetzt aber, dies wäre der Fall, sieht man sich dann nicht vollständig umgeben von Keimen, Puppenhülsen, Kapseln und jungen Bandwürmern, von welchen Millionen zu Grunde gehen können, bis ein Individuum in den Darm eines Menschen gelangt? Unser Hausgeflügel pickt mit Begierde die Mehlwürmer auf; unser Mastvieh, das Kleie, Schrot u. s. w. erhält, schlingt mit dieser Nahrung nicht nur eine Menge von Mehlwürmern, sondern auch deren Exkremente hinab. In dem Mehle, womit die Bäcker das tägliche Brod zu bestreuen pflegen, in dem Mehlpulver, welches beim Herumwälzen der eben gebackenen Laibe an der Unterfläche hängen bleibt, verzehren wir eine Menge von Exkrementen der Mehlwürmer, in denen ohne Zweifel Bandwurmeier und junge Bandwürmer sich finden. Alle diese Resultate hat man bei der Untersuchung einer einzigen Insektenart, die zu dem Menschen doch nur in entfernterer Beziehung steht, erhalten. Wie manche ähnliche Thatsachen müssen demnach bei weiterer Forschung zu Tage kommen, so daß man sich am Ende nur wird wundern müssen, daß das ganze menschliche Geschlecht nicht eben so mit Bandwürmern gespickt ist, wie die Mehlwürmer des Pfarrhauses von Niemegg.

Die vorstehenden Beobachtungen werfen ein Licht auf das Vorkommen schmarotzender Thiere in völlig geschlossenen Organen, zu welchen kein Weg nach außen führt, wie z. B. mitten in den Muskeln, im Gehirne, in den Augen u. s. w. Die Embryonen, die jungen Thierchen bohren sich auf die leichteste Weise durch die Gewebe des sie beherbergenden Thieres durch und sind meistens sogar mit besonderen Stacheln, Haken oder ähnlichen Vorrichtungen versehen, welche später abfallen, sobald der Ort der weiteren Entwickelung erreicht ist. Man hat viele Beobachtungen über Wanderungen dieser Art, von welchen ich nur einige erwähnen will.

So findet man in den Fröſchen zu einer gewiſſen Zeit ſehr häufig eine Art von Fadenwürmern, die ſich frei in der Bauchhöhle bewegen, und meiſtens in der Nähe der großen Gefäßſtämme, welche aus der Leber in das Herz treten, ſich aufhalten. Dieſer Fadenwurm gebiert lebendige Junge; — ſeine inneren Geſchlechtstheile, welche oben Eier enthalten, ſind gegen ihr unteres Ende hin ſtrotzend angefüllt mit Jungen, die ſich ſehr lebhaft bewegen und vollkommen den Eſſigälchen gleichen, welche Jedermann wohl aus eigener Anſchauung kennt. Unterſucht man nun das Blut eines Froſches, in welchem ſolche trächtige Fadenwürmer ſich finden, ſo ſieht man die Jungen in großer Anzahl innerhalb der Blutgefäße umhertreiben und mit den Blutkörperchen durch den Körper kreiſen. Ich habe Fröſche gefunden, wo man in dem kleinſten Haargefäße der Schwimmhäute oder der durchſichtigen Nickhäute des Auges ſolche junge Fadenwürmchen antraf, die ſich lebhaft ſchlängelten und vollkommen in ihrem Elemente zu befinden ſchienen. Nach einiger Zeit verſchwinden dieſe Würmchen aus dem Blute. Allein nun findet man ſämmtliche Baucheingeweide, beſonders aber die drüſigen Organe und das Bauchfell, mit unzähligen, kleinen weißen Punkten durchſäet, welche man unter dem Mikroſkope als Kapſeln erkennt. Dieſe Kapſeln liegen im Inneren der Gewebe, aber ſtets in der Nähe von Blutgefäßen, und manchmal ſieht man ſie faſt wie Perlſchnüre längs den kleineren Blutgefäßſtämmchen aufgereiht. Jede dieſer Kapſeln enthält einen aufgerollten Fadenwurm, der nach einiger Zeit die Puppenhülſe durchbricht, um in die Bauchhöhle zu gelangen und dort bis zur vollſtändigen Größe anzuwachſen.

Betrachtet man die Vertheilung der Schmarotzer, welche im Inneren von Organen ſich aufhalten, ſo ſieht man dieſelben immer in der Nähe größerer oder kleinerer Blutgefäßſtämme, und zwar an ſolchen Orten, wo die Blutgefäße nur dünne Wandungen beſitzen und demnach leicht durchbohrt werden können. Die Puppenhülſen ſitzen ſtets ganz in der Nähe der Blutgefäße im Inneren der Gewebe. Es kann ſomit keinem Zweifel unter-

worfen werden, daß diejenigen Schmarotzer, welche im Inneren von Organen leben, durch die Blutgefäße dorthin gelangen, daß sie als Junge in mikroskopischer Kleinheit in die Blutgefäße sich einbohren, eine Zeit lang in denselben mit dem Blute umherkreisen, und an den zu ihrer Entwickelung geeigneten Orten die Blutbahn aufs Neue verlassen, um sich im Inneren der Gewebe anzubauen. Die erwähnten Beobachtungen sind nicht die einzigen, welche solches Kreisen der Eingeweidewürmer mit dem Blute darthun; man hat dergleichen in Fischen, Hunden und anderen Thieren gesehen.

Vor einigen Jahren machte die Entdeckung eines fast mikroskopischen Fadenwurmes, der eingekapselt in unzähligen Mengen in den Muskeln einiger Leichen gefunden wurde, vieles Aufsehen. Das Muskelfleisch war mit kleinen weißen Punkten, stecknadelkopfgroßen Kapseln durchsäet, in deren Innerem der Wurm spiralig zusammengerollt lag. Die Trichina spiralis, so nannte man diesen Wurm, ist ohne Zweifel ein solcher Fadenwurm, welcher in ähnlicher Weise, wie die Fadenwürmchen des Frosches, von den Gefäßen aus sich in die Muskeln einbohrt, dort sich einpuppt und dann wohl meistens abstirbt, so daß nur die innerlich verkalkte Kapsel darin zurückbleibt. Daß solche mikroskopisch kleine Thierchen, wenn sie die Blutgefäße durchbohren, weder Löcher noch Narben hinterlassen, welche die Durchbohrungsstelle angeben, ist wohl von vorne herein ersichtlich. Wäre es ja doch unmöglich, die Narbe eines Nadelstiches aufzufinden, wie viel weniger die Spur einer solchen Durchbohrung, die von einem Thierchen gemacht wurde, von welchen mehrere Hunderte zusammengebunden werden müssen, um die Dicke einer einzigen Nadel zu erreichen! Das oben angeführte Beispiel von dem Frosche weist eine Circulation nach, die in demselben Thiere Statt findet. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, daß mannichfaltige fadenwurmartige Geschöpfe von mikroskopischer Kleinheit, welche sich in kranken oder faulenden Gewächsen, in stehenden Gewässern, Bächen und Tümpeln in Menge finden, nur Junge von Eingeweidewürmern sind, welche zufällig von Thieren ver-

ſchluckt, ſich aus dem Darme derſelben mittelſt Durchbohrung der Gewebe in verſchiedene Organe des Körpers begeben und dort ihre Entwickelung vollenden.

Seitdem man einmal aufmerkſam geworden war auf die mikroſkopiſchen Würmchen, welche im Blute kreiſen, auf die eingekapſelten Schmarotzer, welche in allen Eingeweiden, in den Falten des Bauchfelles u. ſ. w. ſich finden, wurde es durch wiederholte Beobachtung zum faſt durchgreifenden Geſetz erhoben: daß die ſchmarotzenden Würmer in ihren Jugendzuſtänden ſich durch die Gewebe hindurch Wege bahnen können. Man fand auch bald, daß dies namentlich dann geſchah, wenn die Schmarotzer aus einem Wohnthiere in ein anderes übergeführt wurden, und man überzeugte ſich ebenſo, daß die Entwickelung vieler Schmarotzer einzig auf die Wanderung durch verſchiedene Thiere hindurch berechnet iſt. Der Schmarotzerwurm, der in einem gewiſſen Wohnthiere ſein Leben beginnt, kommt in demſelben nur bis zu einem gewiſſen Grade der Entwickelung, auf dem er ſtets innerhalb dieſes Wohnthieres ſtehen bleibt. Wird aber dieſes Wohnthier von einem anderen gefreſſen und gelangt hierdurch der Schmarotzer in den Darm eines anderen Thieres, ſo entwickelt er ſich in demſelben weiter. In den meiſten Fällen iſt die geſchlechtliche Ausbildung an eine ſolche Ueberpflanzung aus einem Wohnthiere in das andere geknüpft. So findet man in dem gemeinen Stichling, einem kleinen Fiſche, der in allen Gewäſſern und Pfützen Mitteleuropas wohnt, einen beſonderen Bandwurm, deſſen Geſchlechtstheile, ſo lange er ſich im Fiſche befindet, ſtets in unentwickeltem Zuſtande bleiben. Wird aber der Stichling von warmblütigen Thieren, Waſſervögeln, Waſſerratten oder dergleichen Beſtien gefreſſen, ſo ſetzt ſich der Bandwurm im Darmkanale dieſer Geſchöpfe feſt und entwickelt ſich nun ſo vollſtändig, daß man ihn früher für eine andere Art anſah. Seine Glieder enthalten dann vollkommen ausgebildete Geſchlechtsorgane mit reifen Eiern, welche durch den Koth der Vögel in das Waſſer gelangen, dort von den Stichlingen, die ſich großen Theils von faulenden thieriſchen

und pflanzlichen Stoffen nähren, gefreſſen werden, und aufs Neue in dem Darmkanale dieſer Letztern den Cyclus ihres Lebens beginnen.

Es giebt eine zahlreiche Gruppe von Eingeweidewürmern, welche man Blaſenwürmer genannt hat, und bei denen auf einer mit wäſſeriger Flüſſigkeit angefüllten Schwanzblaſe der Kopf und Anfangstheil eines Bandwurmes aufſitzt. Dieſe Blaſenwürmer finden ſich meiſt in dem Darme pflanzenfreſſender Thiere, und niemals zeigen ſie eine Entwickelung von Geſchlechtstheilen. Meiſtens vegetiren ſie wohl eine lange Zeit hindurch fort; mehrere Arten vermehren ſich durch Knoſpung, indem auf und in der Blaſe neue Bandwurmköpfe hervorſproſſen. Dies iſt namentlich der Fall bei dem Blaſenwurme, der in dem Hirne des Schafes ſeinen Sitz aufſchlägt und dort die bekannte Drehkrankheit erzeugt. Man wußte früher nicht, wie man dieſe Blaſenwürmer anſehen, wie ihre Vermehrung deuten ſollte. Jetzt iſt dies Räthſel vollkommen gelöst. Die Blaſenwürmer ſind verirrte Bandwürmer, welche innerhalb des Körpers des pflanzenfreſſenden Thieres ſich nicht weiter entwickeln können. Wird aber die Maus oder Ratte, welche einen ſolchen Blaſenwurm im Darme hat, von einer Katze gefreſſen, das drehkranke Schaf von einem Wolfe oder Fuchſe, das finnige Schwein von irgend einem reißenden Thiere, ſo entwickelt ſich der Blaſenwurm im Inneren der Eingeweide des Fleiſchfreſſers. Die Schwanzblaſe wird abgeworfen, der Bandwurm wächſt, erhält Geſchlechtstheile und pflanzt ſich geſchlechtlich fort. Man hat in der neueſten Zeit künſtliche Verſuche angeſtellt, indem man jungen Hunden Milch gab, in die man ſolche Blaſenwürmer und ihre Knoſpen geſchüttet hatte, und man hat nachher den Darm dieſer jungen Thiere mit Bandwürmchen völlig beſäet gefunden.

Es zeigen dieſe Beiſpiele, die ich noch bedeutend vervielfältigen könnte, daß viele Paraſiten ihren Lebenscyclus in verſchiedenen Thieren durchlaufen müſſen, und zwar in ſolchen, welche einander zum Raube dienen, ſo daß der Schmarotzer aus einem Thiere unmittelbar in das andere übergeht und dort

allmählich ſeine Metamorphoſe erleidet. Es giebt hingegen auch Arten von Schmarotzern, welche längere Zeit frei wie andere Thiere leben und nur gewiſſe Perioden ihres Daſeins als Schmarotzer hinbringen. Man trifft häufig in Gewäſſern aller Art einen ellenlangen Wurm, der drehrund und nicht dicker als ein Zwirnfaden, und bei dem Volke unter dem Namen des Waſſerkalbes (Gordius aquaticus der Zoologen) bekannt iſt. Wie lange dieſes Thier frei im Waſſer zubringe, weiß man nicht mit Beſtimmtheit; ſo viel aber iſt gewiß, daß man es Monate lang lebend in einem Glaſe mit Waſſer erhalten kann und daß es lange Zeit als Schmarotzer in der Bauchhöhle der Heuſchrecken ſich aufhält. Mehrere Beobachter ſchon ſind Zeugen geweſen, wie ſolche Waſſerkälber aus dem Leibe anſcheinend kranker Heuſchrecken hervorbrachen, und ſogar erſt dann vollſtändig dieſelben verließen, als ſie außerhalb einen feuchten Boden oder Waſſer fanden, in welchem ſie fortleben konnten. Andere Beobachter haben ſich überzeugt, daß die Waſſerkälber wirklich wie Schlangen an den Rändern der Tümpel auf Heuſchrecken und ähnliche Inſekten lauern, in deren Leib ſie ſich einbohren, um eine Zeit lang darin zu verweilen.

Noch auffallender, als die erwähnten Thatſachen, iſt diejenige Fortpflanzungsart mancher Eingeweidewürmer, welche man in der neueſten Zeit unter dem Namen der Ammenzeugung oder des Generationswechſels kennen gelernt hat. Wir wollen eine dieſer Metamorphoſen näher beſchreiben, da eine bloße Definition nicht hinreichen würde, den Begriff des Generationswechſels vollſtändig darzulegen. In den Lungen und Luftröhren vieler Waſſervögel finden ſich eigenthümliche Schmarotzer, Monoſtomen genannt, welche lebende Junge zur Welt bringen, die durchaus infuſorienartig geſtaltet ſind und mittelſt eines Ueberzuges von Flimmerhaaren im Waſſer ſchwimmen können. Das Merkwürdigſte an dieſem wimpernden Jungen des Monoſtomums iſt, daß die hinteren zwei Drittel des durchſichtigen, eingeweideloſen Körpers von einem weißlichen, mehr undurchſichtigen Körper erfüllt werden, welcher anfangs wie ein

Organ des Jungen aussieht, da er stets dieselbe Lage hat und immer in derselben Weise in allen Jungen angetroffen wird. Bald aber sieht man, daß dieser weißliche Körper sich bewegt, und daß es in der That ein sackförmiger Wurm mit zwei Seitenzipfeln und einem spitzen Hinterende ist, welcher sich träge hin und her bewegt, zusammenzieht, ausdehnt und endlich das Junge, in dem er lag, förmlich sprengt, um frei hervor zu treten. Die flimmernde Hülle bleibt zurück und zersetzt sich bald. Aus dem frei schwimmenden Jungen ist ein träger Wurmsack hervorgegangen, der in seiner Natur freilich schon mehr auf das Mutterthier hinweist.

Man besitzt jetzt durch Mehrung der Beobachtungen die Kenntniß einer ganzen Stufenleiter derartiger Wurmschläuche, die sich meistens in Wasserthieren, Schnecken und Muscheln finden. Die Einen sind vollständig organisirt, besitzen ein Kopfende, eine Mundöffnung, einen Schlundkopf und einen kurzen Darmkanal; die Anderen, die am entgegengesetzten Pole der Reihe stehen, sind stellenweise angeschwollene, lange, oft seltsam verfilzte und durchaus regungslose Hohlfäden. Zwischen diesen beiden Endpolen finden sich eine Menge Zwischenstufen jeglicher Ausbildung, contractile Schläuche ohne bestimmte Organe, träge Säcke mit ganz verkümmerten Eingeweiden und von mannichfaltiger Gestalt. Alle diese Wurmsäcke kommen aber darin überein, daß in ihrem Inneren sich freie Knospen bilden, welche bei ihrem ersten Auftreten einem geballten Häufchen körniger Substanz gleichen und die sich nach und nach zu einer besonderen Wurmform ausbilden, welche man Cercarien genannt hat. Es besitzen diese Cercarien zwei Saugnäpfe an der Bauchfläche, mit denen sie sich anheften können, einen Mund, gabelförmigen Darmkanal und gewöhnlich einen langen Schwanz, welcher von dem vorderen Körper deutlich abgesetzt ist. Der Körpertheil ohne den Schwanz gleicht durchaus jenen Plattwürmern, die man unter dem Namen der Doppellöcher oder Distomen kennt und von denen der sogenannte Leberegel der Schafe ein bekanntes Beispiel bietet. Meist besitzen auch die Cercarien eine eigen-

thümliche Mundbewaffnung, einen Stachel oder Hakenkranz, der ihnen zur Einleitung ihres ferneren Lebens wesentliche Dienste leistet. Sobald nämlich die Cercarien ihre vollständige Ausbildung erlangt haben, verlassen sie den Wurmschlauch durch eigene Oeffnungen und gelangen so in die inneren Höhlungen der Schnecken und Muscheln. Der Wurmschlauch, den man auch, um eine allgemeine Bezeichnung für ähnliche Vorgänge zu haben, eine Amme genannt hat, bleibt nach der vollständigen Ausbildung seiner Cercarienbrut als todtes Gebilde zurück. Er war nur ein Mittelglied, bestimmt, durch reichliche Knospung im Inneren die Keime außerordentlich zu vermehren.

Die aus dem Wurmschlauche befreiten Cercarien suchen aus den Höhlen des Schneckenkörpers einen Ausweg ins Freie, den sie meist durch die Oeffnungen der Wasserkanäle finden. Die Zusammenziehungen der Schnecke befördern diesen Ausgang. Deshalb sieht man denn auch oft in der Nähe solcher Schnecken, welche Ammen und Cercarien beherbergen, bei plötzlichem Zusammenziehen und Rückweichen in die Schale eine förmliche Wolke um das Thier entstehen, wie wenn ein gelblicher Dunst, von der Schnecke ausgehend, sich im Wasser verbreitete. Diese Wolke ist nichts Anderes als ein Schwarm von Cercarien, welche durch die plötzliche Zusammenziehung mit der Flüssigkeit, welche die Wasserkanäle erfüllte, ins Wasser gepreßt wurden und nun sich um die Schnecke herum tummeln. Sie schwimmen dabei auf die drolligste Weise, indem sie einerseits den Körper zusammenziehen und ausstrecken, anderseits den Schwanz in Achterfiguren hin und her schleudern, so daß es stets aussieht, als befinde sich eine liegende ∞ hinter dem Thiere. In dieser Weise tummeln sich die Cercarien eine Zeit lang in dem Wasser umher, dann aber heften sie sich an Insekten und andere Wasserthiere an und bohren sich mittelst ihrer am vorderen Ende angebrachten Mundwaffen in das Innere dieser Thiere ein. Bei diesem Einbohren verlieren sie den Schwanz, das Bewegungsorgan, mittelst dessen sie frei in dem Wasser umherschwimmen konnten, und kriechen nun als träge kleine Würmchen, als Doppellöcher, deren Aus-

bildung noch nicht vollendet ist, in das Innere der Thiere; dort verpuppen sie sich, umgeben sich mit einer durchsichtigen Kapsel, und bleiben in dieser Puppenhülse so lange, bis ein Vogel oder ein anderes geeignetes Thier die Insektenlarve frißt, in welcher sie sich eingepuppt haben. Dann schlüpft aus der Puppenhülse, die durch die Verdauung des Fressers frei geworden ist, das Doppelloch aus, welches nun seine geschlechtliche Reife erlangt und eine Menge von Eiern erzeugt, in welchen sich Junge bilden, die den nämlichen Entwickelungscyclus von Neuem beginnen, indem sie Ammen und Cercarien erzeugen.

Wir sehen demnach, daß in der Natur zwei Weisen gegeben sind, welche die Fortpflanzung der Eingeweidewürmer sichern: einestheils eine Vermehrung der Eier und Keime, welche an das Unglaubliche gränzt, anderseits die merkwürdigsten Wanderungen und Metamorphosen, durch welche die Erhaltung der Gattung auch unter den sonderbarsten und verwickeltsten Umständen gesichert wird. Wenn auch unsere Untersuchungen über diese Verhältnisse noch jetzt im Zustande der Kindheit sich befinden, so können wir doch schon so viel sagen, daß bei den meisten Eingeweidewürmern eine Ueberwanderung durch verschiedene Wohnthiere und ein Stadium freien Lebens Statt findet, welches meist in Gewässern oder wenigstens an feuchten Orten zugebracht wird. Keime, Eier, Larven und Junge sind überall in Gräben und Tümpeln, in Mooren und Wiesengründen, in der Nahrung, bestehe sie nun aus lebenden Thieren oder aus Pflanzen, und im Wasser verbreitet, und überall bieten sich Wege, wodurch wenigstens eines oder das andere Individuum an das Ziel seiner Bestimmung gelangt, während Tausende und Millionen seiner Mitbrüder zu Grunde gehen müssen, ohne diesen Wohnsitz erreichen zu können. Oft scheinen diese Wege auf die reinsten Zufälle berechnet, und man sieht auch hier wieder, wie nur bei Verhältnissen im Großen der Entwickelungsgang des Einzelnen gewahrt wird. Für die einzelne Schnecke ist es gewiß ein Zufall, daß sie gefressen wird, während

hundert andere ihr Leben auf andere Weise beschließen, und für den einzelnen Eingeweidewurm ist es wieder ein Zufall, daß er durch einen solchen Vorgang die Möglichkeit der weiteren Ausbildung erhält, die anderen abgeschnitten ist. Für die Fortpflanzung und Erhaltung einer gewissen Wurmgattung aber ist es durchaus nothwendig, daß eine bestimmte Menge von Schnecken von einer gewissen Anzahl von Thieren gefressen werde, und sicher würde man bei statistischer Feststellung der Verhältnisse im Großen eben so gewiß eine bestimmte Proportion und ein regelmäßiges Wiederkehren dieser Zufälle finden, wie z. B. die Zahl der Beinbrüche constant dasselbe Verhältniß Jahr aus Jahr ein der Bevölkerung gegenüber darbietet. Alle diese Erfahrungen und Versuche beweisen auf das Entschiedenste, daß selbst bei denjenigen Vorgängen, bei welchen man eine Urzeugung annehmen könnte, es stets eines zeugenden Organismus bedarf, um ein anderes organisches Wesen hervorzubringen.

Allein auch hier giebt es mancherlei Variationen der Entwickelungsweise, und erst als die höhere Blüthe kann man die Trennung der Geschlechter, die Fortpflanzung, welche aus der Vereinigung zweier Individuen getrennten Geschlechtes hervorgeht, bezeichnen. Bei den niederen Thieren kommen mancherlei Fortpflanzungsweisen vor, deren wir hier in der Kürze erwähnen wollen, und es tritt hier zugleich eine gewisse Abhängigkeit dieser Fortpflanzungsweisen von den äußeren Verhältnissen auf, die bei den höheren Thieren nicht mehr vorkommt. Viele niedere Thiere nämlich können sich in mehrfacher Weise vervielfältigen, und je nach den Verhältnissen oder den Jahreszeiten wird bald die eine, bald die andere Art der Fortpflanzung vorgezogen.

Viele meiner Leser kennen ohne Zweifel die kleinen gallertartigen Thiere, welche man an den Stengeln der Wasserlinsen findet, die mit dem einen Ende ihres Körpers an den zarten Wurzeln festsitzen, während an dem andern Ende mehrere nach Willkür einziehbare Arme eine Art von Busch um den Mund bilden. Diese Thiere, Armpolypen oder Hydren benannt, haben eine Menge von Verwandten, welche im Meere leben und

dort ganze Stöcke bilden, die sich auf mancherlei Körper festsetzen. Es bestehen diese Stöcke aus einer gelatinösen Grundmasse, die sich etwa wie eine Flechte über die Oberfläche der Körper hinzieht und einen gemeinschaftlichen Mutterboden bildet, auf welchem die einzelnen Polypen aufsitzen. Dieser Mutterboden nun breitet sich immer mehr und mehr aus, er sendet wuchernd, etwa wie Erdbeerenstöcke, Schößlinge aus, auf welchen sich neue Polypen erheben, und sehr häufig beschränkt sich die Fortpflanzung und Vermehrung eines solchen Polypenstockes auf die bloße Aussendung von solchen Stolonen oder Ausläufern.

Die einzelnen Polypen selbst vermehren sich indeß ebenfalls zuweilen auf eigenthümliche Art. Seitlich an ihrem Körper entsteht eine Aussackung, die allmählich länger wird, sich öffnet, und am Ende einen länglichen Schlauch darstellt, um dessen vordere Oeffnung Arme hervorsprossen. Der junge Polyp löst sich nach und nach von dem Körper des Mutterpolypen ab und setzt sich irgendwo an, um ein selbstständiges Leben zu beginnen. Diese Fortpflanzung durch Knospenbildung ist die gewöhnlichere bei den gemeinen Armpolypen des süßen Wassers.

Bei den im Meere lebenden Armpolypen zeigt sich indessen noch eine dritte Art der Entwickelung, die mit der oben erwähnten Ammenzeugung der Schmarotzer zusammenfällt. Auch hier bildet sich seitlich an dem Polypen eine Knospe, die allmählich heranwächst zu einem gallertartigen Geschöpfe, das einen runden scheibenartigen Körper hat, der etwa einem gewölbten Schilde oder einer Glocke ähnlich gestaltet ist. An dem Rande dieser Glocke hängen zahlreiche, zum Schwimmen dienende Fäden, und im Inneren der Glocke zeigt sich der centrale Mund, der in weitere Magensäcke und vielfach verästelte Saftröhren führt. Jeder, der den Meeresstrand besucht hat, kennt diese seltsamen Geschöpfe, welche zu Tausenden, mit den zartesten Farben prangend, auf dem weiten Meere dahin wogen, von den Wellen hülflos an den Strand gespült werden und den Badenden oft durch ihre nesselnde Eigenschaft lästig sind. Diese Quallen oder Medusen erzeugen in ihrem Inneren Junge, welche anfangs die

Geſtalt von Infuſorien beſitzen, mittelſt eines Wimperüberzuges ihres Körpers frei in dem Meere umherſchwimmen, bald aber ſich anſetzen und zu einem vollſtändigen Polypen ſich ausbilden. Auf dieſe Weiſe iſt den Polypen die Möglichkeit gegeben, ſich in größern Entfernungen hin fortzupflanzen, da die Qualle frei in dem Meere ſchwimmt und auch die von ihr erzeugten jungen Polypen im Anfange freie Ortsbewegung beſitzen.

So hat demnach der Polyp drei verſchiedene Fortpflanzungsweiſen, welche nach den äußeren Umſtänden verwirklicht werden. Theilt man einen Polypen in zwei Theile, ſei es nun der Länge oder der Quere nach, ſo lebt ein jedes dieſer Stücke ſelbſtſtändig fort und bildet ſich von Neuem zu einem ſelbſtſtändigen Polypen heran. Was aber hier nur künſtlich bewerkſtelligt wird, das iſt die gewöhnliche normale Fortpflanzungsweiſe der meiſten Infuſionsthierchen und ſogar vieler Ringelwürmer, die ſchon auf einer höheren Stufe der Organiſation ſtehen. Es giebt manche in der See lebende Würmer, bei welchen man drei bis vier Junge an einander hängend fand, welche in der Weiſe entſtanden waren, daß ſich eines der Glieder des Mutterthieres zu einem Kopfe ausgebildet hatte, an welchem die übrigen Ringe als Glieder anhingen. Bei den Infuſorien kommt meiſtens nur die Zweitheilung vor; — ein Mutterthier ſpaltet ſich in zwei gleichartige Junge, die nach einiger Zeit ſich aufs Neue von einander trennen können.

Alle dieſe verſchiedenen Verhältniſſe kann man unter dem Namen der geſchlechtloſen Zeugung und Fortpflanzung zuſammenfaſſen. Es exiſtiren hier keine beſonderen Zeugungsſtoffe, keine ſpeciellen Keime, aus welchen ſich das neue Individuum entwickelt. Bei der geſchlechtlichen Zeugung hingegen ſind beſondere Zeugungsſtoffe entwickelt, die wir oben als Eier und Samen unterſchieden. Hier bedarf es, wie ſchon oben angeführt wurde, der unmittelbaren Berührung von Ei und Samen, um den Keim, welcher in dem erſtern ſchlummert, zu wecken und die Entwickelung des neuen Individuums anzuregen. Das eigentlich Befruchtende des Samens ſind ohne Zweifel die

Samenfäden, und wenn dies ſchon daraus hervorgeht, daß ſie nur zur Zeit der Mannbarkeit ſich bilden, ſo liefert ein direkter Verſuch den vollſtändigſten Beweis. Der Samen des Froſches kann filtrirt werden, ohne daß die Samenfäden mit der Flüſſigkeit durch das Filtrum gehen. Mit der filtrirten Flüſſigkeit iſt die Befruchtung unmöglich, während die auf dem Filter zurückgebliebene Maſſe, welche die Samenfäden enthält, unverändert ihre Kraft beibehalten hat.

Bei vielen Thieren, beſonders aber bei den Mollusken, ſind die männlichen und weiblichen Zeugungsorgane in demſelben Individuum vereinigt, und meiſtens ſogar in der Art, daß Hode und Eierſtock gleichſam wie zwei Handſchuhe ineinander geſteckt ſind. Meiſtens indeß ſind die Ausführungsgänge bei den keimbereitenden Organen ſo angeordnet, daß die ausgeführten Stoffe auf ihrem Wege einander nicht begegnen können, und daß es einer wechſelſeitigen Befruchtung bedarf, um die Eier entwickelungsfähig zu machen. Bei unſern gewöhnlichen Gartenſchnecken ſehen wir deshalb ſtets eine ſolche wechſelſeitige Befruchtung erfolgen.

Bei allen höheren Thieren, den Inſekten, Spinnen, Kruſtenthieren, ſowie bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, ſind die Geſchlechter auf verſchiedene Individuen vertheilt und eine Vereinigung dieſer Individuen nöthig, um die Befruchtung zu erzielen. Zugleich iſt eine beſtimmte Periode anberaumt, in welcher das Begattungsgeſchäft vorgenommen wird. Die Eier bedürfen einer gewiſſen Zeit zu ihrer Entwickelung innerhalb der Eierſtöcke, ſie vergrößern ſich allmählich und werden, wenn ſie reif ſind, ausgetrieben und durch den Eileiter nach außen geleitet, um mit dem männlichen Zeugungsſtoffe in Berührung zu kommen. Dieſer hat ſich indeſſen correſpondirend innerhalb der männlichen Geſchlechtswerkzeuge entwickelt und iſt zur Zeit der Reife der Eier vollſtändig ausgebildet. Die Geſchlechtsreife iſt zugleich die Periode der höchſten Blüthe des individuellen Lebens, und viele Thiere exiſtiren während ihrer letzten kurzen Lebenszeit einzig

nur zu dieſem Zwecke der Fortpflanzung, und ſterben faſt unmittelbar, nachdem ſie demſelben genügt haben.

Ueber die Einwirkung des Samens auf das Ei war man bisher noch immer im Unklaren, und auch jetzt noch ſind bei Weitem noch nicht alle Fragen in dieſer Hinſicht gelöst. Trotzdem, daß bei der größeren Mehrzahl der Thiere das Ei ſich erſt außerhalb des mütterlichen Organismus entwickelt und auch erſt außerhalb deſſelben befruchtet wird, trotzdem, daß man bei den meiſten Eiern in den äußeren Schalengebilden Wege fand, durch welche Flüſſigkeiten und auch wohl ſo feine Elementarkörper, wie die Samenfäden, bis zu der Dotterkugel gelangen konnten; trotz aller dieſer Kenntniſſe war man noch nicht dazu gekommen, ein beſtimmtes materielles Verhältniß der Samenfäden zu dem ſich entwickelnden Embryo zu konſtatiren. Man mußte nothwendig die älteren Anſichten, wonach der Samenfaden in die Dotterkugel hineinſchlüpfen und die erſte Embryonalanlage bilden ſollte, um ſo entſchiedener verwerfen, als man die Bildung dieſer Embryonalanlage aus beſonderen Gewebetheilen, aus Zellen, genauer kennen gelernt hatte.

Man kam endlich dazu, die Einwirkung des Samens auf das Ei ähnlich derjenigen einer Hefe auf einen Gährſtoff anzunehmen. Die Einwirkung ſollte in einer Molekularbewegung eigenthümlicher Art beſtehen, die von dem in innerer Bewegung begriffenen Körper, dem Samen, auf das ruhende Ei übertragen würde und in dieſem eine beſtimmte Lagerungsweiſe der Moleküle hervorrieſe. Dieſe Erklärung des Befruchtungsvorganges war eben eine Erklärung, die nichts erklärt, und die man in den Naturwiſſenſchaften gewiſſermaßen als Glaubensartikel hinzuſtellen gewohnt iſt, wenn man am Ende der ſinnlichen Wahrnehmung angekommen. Neuere Unterſuchungen haben auch in der That das Feld dieſer Wahrnehmung bedeutend erweitert und damit die ganze Erklärung in das Reich der Hirngeſpinnſte zurückgewieſen. Dieſe Unterſuchungen, die jetzt nicht mehr der Beſtätigung, ſondern nur der Erweiterung über andere Thierklaſſen bedürfen, weiſen mit Beſtimmtheit darauf hin,

daß bei der Befruchtung die Samenthierchen bis zur Dotterhaut gelangen, sich in dieselbe einbohren, in dem Ei selbst zerfallen und so den Anstoß zu der Bildung des neuen Individuums geben. Zwei verschiedene Beobachter sind an verschiedenen Orten und bei Untersuchung verschiedener Thiere zu gleichem Endresultate gelangt, der Eine bei Fröschen, der Andere bei Muscheln und Säugethieren. Bogenreicher Widerspruch in Quartformat, der einige Gereiztheit blicken ließ, hat sich endlich bei genauerer Untersuchung in Zustimmung aufgelöst. Der Widersprechende hat jetzt die Samenthierchen sich in das Eiweiß des Froscheies einbohren gesehen, hat Samenthierchen innerhalb der Dotterhaut des Frosch- und Kaninchen-Eies gesehen. Wie sie in diese Dotterhaut hineingekommen, ist ihm noch ein Räthsel. Bei den Muscheln zeigt das Ei in seiner äußeren Eiweißschale eine trichterförmige Oeffnung, durch welche der Samenfaden eindringen soll. Hiergegen noch immer Widerspruch. Aber ähnliche Trichteröffnungen, die gewiß denselben Zweck haben, sind auch schon bei anderen Thieren mehrfach beobachtet worden, und so wird auch hier vielleicht der Widerspruch später in Wohlgefallen sich auflösen.

Jedenfalls sind diese Beobachtungen von äußerstem Werthe für die ganze Ansicht von der Entstehung des neuen Wesens. Das Mysteriöse geht dabei freilich zu Grunde und an die Stelle einer Unbegreiflichkeit wird eine handgreifliche materielle Thatsache gesetzt. Jedes der Eltern giebt bei dem Zeugungsakte einen bestimmten Antheil von Stoff zu dem neuen Wesen: der mütterliche Organismus das Ei, der väterliche den befruchtenden Samenfaden. Es kann deshalb auch nicht auffallen, daß das Resultat dieser Mischung verschiedenartigen Stoffes ein Mischprodukt ist und daß die Kinder von den Eigenthümlichkeiten der beiden Zeugenden eine gewisse Summe vereinigt an sich tragen.

Zwanzigster Brief.

Die Zeugung des Menschen.

Die Geschlechtsreife kündigt sich namentlich bei den weiblichen Säugethieren durch die periodische Wiederkehr gewisser Erscheinungen an, welche wir unter dem Namen der Brunst kennen. Die Thiere werden traurig, in ihrem Benehmen zeigt sich eine eigenthümliche Unruhe, und meistens findet man bei der Untersuchung die äußern Geschlechtstheile stärker geröthet, angeschwollen und in einer Art entzündlicher Aufregung. Diese Erscheinungen beginnen allmählich und steigern sich bis zu einem gewissen Höhepunkte, von welchem aus sie wieder zurücktreten. Während dieser Höhezeit der Brunst wehrt das weibliche Thier das Männchen ab, welches ihm eifrig nachstrebt, und erst nach Abnahme der entzündlichen Erscheinungen, bei welcher sich oft sogar Abgang blutigen Schleimes gewahren läßt, wird das Männchen angenommen. Die eben erwähnten Aeußerungen der Geschlechtslust bei den Thieren, welche periodisch wiederkehren, beruhen offenbar auf einem tiefern Grunde, und zwar ausschließlich auf der gesundheitsgemäßen Funktion der Eierstöcke. Weibliche Thiere, welchen man diese Organe ausgerottet hat (wie dies namentlich sehr häufig bei Schweinen, welche zur Mästung bestimmt sind, geschieht), werden nicht wieder brünstig, während die Ausschneidung der Eileiter oder der Gebärmutter, wenn sie auch die Zeugungsfähigkeit absolut aufhebt, dennoch der regelmäßigen Wiederkehr der Brunst keinen Eintrag thut. Diese ist demnach ohne Zweifel durch das Leben der Eierstöcke, durch

die Entwickelung der in ihnen gebildeten Eier bedingt. Allein die Erscheinungen, welche hervorgerufen werden, erstrecken sich über die gesammte Sphäre der Geschlechtsorgane. In der That findet man bei brünstigen Thieren die ganze Ausdehnung der inneren Schleimhäute, welche von der Gebärmutter aus in die Eileiter übergehen und diese auskleiden, lebhaft geröthet, die Blutgefäße dieser Organe, so wie diejenigen des Eierstockes strotzend erfüllt, und an dem Eierstocke selbst höchst merkwürdige Veränderungen in dem Verhalten der Follikel und der Eichen.

Man nahm früher ziemlich allgemein an, daß die Brunst der Säugethiere gleichsam das Zeichen sei, wodurch sich die Reife einiger im Eierstocke enthaltenen Eier kund gebe. Die Begattung, glaubte man, bilde das erregende Moment, wodurch die Loslösung der Eier vom Eierstocke bedingt werde, so daß dann die Zeugungsstoffe einander im Inneren der weiblichen Organe begegneten. Man glaubte also, einen Unterschied annehmen zu dürfen zwischen den Säugethieren und den übrigen Thieren, bei welchen die Eier durchaus unabhängig von der Begattung sich von dem Eierstocke loslösen und ausgestoßen werden. Neuere Untersuchungen, welche einer der ausgezeichnetsten Beobachter unserer Zeit mit jener Gründlichkeit vornahm, die ihn auszeichnet, haben indessen gelehrt, daß diese Ansicht falsch sei, und daß bei den Säugethieren eben so gut, wie bei allen andern Thieren, die Eier sich periodisch, auch ohne Einfluß der Begattung, vom Eierstocke loslösen und zur Zeit der Brunst nach außen geführt werden. Die Resultate der oben erwähnten Versuche sind in ihren Folgerungen für die menschliche Zeugung zu wichtig, als daß wir hier nicht näher darauf eingehen sollten. Bevor wir dies indeß thun, müssen wir den Mechanismus der Ablösung der Eier von dem Eierstocke einer nähern Betrachtung unterwerfen.

Meine Leser erinnern sich, daß das Ei der Säugethiere und des Menschen, welches kaum $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser hat, hart an der Oberfläche des Follikels gelagert ist, und daß der Follikel selbst um so mehr nach außen drängt, je entwickelter er ist. Die Oberfläche des Eierstockes ist von einer dünnen

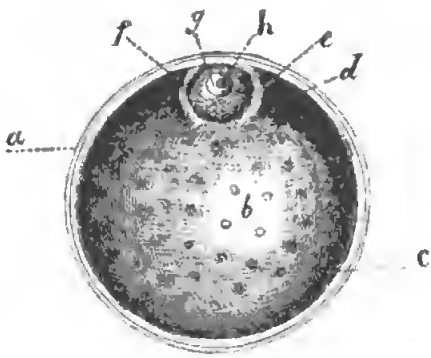


Fig. 28. Idealer Durchschnitt eines Graaf'schen Follikels bei starker Vergrößerung. a Die äußere Faserhaut des Balges. b. Der mit gallertartiger Flüssigkeit angefüllte Hohlraum des Balges. c. Innere Zellenlage des Follikels, die sich in der Umgebung des Ei's zur Keimscheibe d. (Discus proligerus) verdickt. e. Die Zona oder Dotterhaut, in Form eines hellen Ringes sich darstellend. f. Der Dotter. g. Das Keimbläschen. h. Der Keimfleck.

zarten Haut, einer Duplikatur des Bauchfelles, überzogen, und diese Haut wird von den entwickelten Follikeln halbkugelförmig in die Höhe gehoben. Vermöge seiner Lagerung innerhalb des Follikels befindet sich das Eichen auf dem höchsten Punkte dieser Erhöhung, hart an der Innenwand des Bauchfellüberzuges. Mit dem Beginne der Brunst zeigt sich erhöhter Blutandrang nach dem Eierstock und eine lebhaftere Ausschwitzung der Flüssigkeit, welche den Follikel erfüllt. Die Wandungen des Follikels selbst erscheinen geröthet, entzündet, und sehr oft sieht man auf seiner Oberfläche zierliche Geflechte von überfüllten Blutgefäßen. Der Bauchfellüberzug des Follikels erweicht sich allmählich unter dem Einflusse dieser entzündlichen Thätigkeit mehr und mehr an der dem Eichen gegenüberliegenden Stelle. Der Follikel füllt sich zugleich prall mit weißlicher, eiweißartiger Flüssigkeit an, öffnet sich am Ende an seiner höchsten Stelle, da wo die umhüllenden Häute am dünnsten sind, und läßt das Eichen austreten, welches dann in den geöffneten Trichter des Eileiters fällt und von diesem weiter geleitet wird. Man hat diesen Vorgang öfters so dargestellt, als berste der Follikel förmlich durch die übermäßige Anfüllung mit ausgeschwitzter Flüssigkeit, und lasse beim Zerplatzen das Eichen austreten. Man hätte sich schon durch Beobachtung an eierlegenden Thieren überzeugen können, daß diese Auffassung des Hergangs eine falsche sei. Bei

dieſen Thieren nämlich iſt faſt gar keine Flüſſigkeit zwiſchen dem Ei und dem Eiſacke ergoſſen. Der Eiſack, der dem Ei überall feſt anliegt, iſt nur von einer dünnen Membran gebildet, welche in wirkliche entzündliche Erweichung übergeht, und unmittelbar nach dem Austritte des Eies nicht mehr Conſiſtenz darbietet, als eine dicklichte Gallerte, welcher die Blutgefäße einigen Halt verleihen. Die Austrittsſtelle des Eichens aus dem Follikel bei dem Säugethiere und dem Menſchen zeigt ſich unmittelbar nach dieſem Austritte niemals wie ein durch Platzen entſtandener Riß, ſondern als ein kleines, mit freiem Auge kaum wahrnehmbares Löchlein, welches meiſt von einem deutlichen Gefäßkranze umgeben iſt. Offenbar wirkt demnach das Eichen auf die Wand des entzündeten Follikels gleichſam wie ein fremder Körper, der einen beſtimmten Druck erzeugt, und dadurch die Aufſaugung an dem Orte dieſes Druckes begünſtigt. Der Follikel berſtet demnach nicht durch die gewaltſame Anhäufung der in ihm befindlichen Flüſſigkeit, ſondern öffnet ſich durch Aufſaugung an der Stelle, wo das Eichen einen beſtimmten fortwährenden und genau umkränzten Druck ausübt.

Nach der Austreibung des Eichens ſteigert ſich meiſt die Entzündung in dem Follikel ſo ſehr, daß wirkliche Blutergießung in demſelben Statt findet und zugleich plaſtiſche Maſſe ausgeſchwitzt wird, welche häufig ſchwammartig aus der Oeffnung hervorwuchert. Durch eine Reihe allmählicher Metamorphoſen bildet ſich dann dieſe wuchernde Maſſe nach und nach wieder zurück und läßt ſich nach langer Zeit als ein rundlicher Körper erkennen, welcher meiſtens eine gelbliche Farbe beſitzt und deshalb von den Anatomen auch als gelber Körper bezeichnet wurde. An der Spitze dieſes gelben Körpers, an der Austrittsſtelle des Eichens, zeigt ſich dann eine, meiſt ſtrahlige Narbe, im Inneren ein Blutpfropf, der von einer mannigfach gefalteten, dicken Haut eingeſchloſſen iſt, welche aus der allmählichen Umbildung der inneren Zellenlage des Follikels hervorging. Der Blutpfropf nimmt allmählich ab, die gefaltete Haut wuchert fort, verdickt ſich, wird feſter, zieht ſich zuſammen, ſchwindet mehr und mehr, und

endlich bleibt nur eine Narbe, an deren innere Seite eine kleine, zackig verdichtete Stelle gränzt. Die Bildung eines gelben Körpers ist demnach die unvermeidliche Folge des Austrittes eines Eichens aus dem Follikel. Wir werden indeß später sehen, daß der Umfang eines solchen gelben Körpers bedeutend größer ist, wenn wirkliche Befruchtung erfolgte; ein Umstand, der sich leicht durch den erhöhten Erregungszustand der inneren Geschlechtstheile während der Schwangerschaft erklären läßt, und daß diejenigen gelben Körper, welche durch den Austritt eines Eies ohne nachfolgende Befruchtung und Schwangerschaft entstanden sind, sehr bald gänzlich verschwinden und keine bleibende Narbe zurücklassen.

Um die frühere Ansicht, daß die Loslösung der Eier bei den Säugethieren eine Folge der Anregung sei, welche durch den in die inneren Geschlechtstheile gelangten Samen bewirkt werde, zu widerlegen, bedurfte es des Beweises, daß die Eier auch bei geschlossenen Leitungsorganen, wo der Samen nicht bis zum Eierstocke vordringen kann, sich loslösen, und daß sie auch bei denjenigen Thieren in den Eileiter gerathen, bei welchen gar keine Annäherung des Männchens erfolgt ist. Die angestellten Versuche beweisen nun auf das Entscheidendste, daß bei weiblichen Hunden und Kaninchen, denen man Stücke des Uterus ausgeschnitten hatte, nach Verheilung der Wunde dennoch die Brunst wiederum eintrat, wie wenn nichts vorgefallen wäre. Untersuchte man nun nach stattgehabter Begattung die inneren Geschlechtstheile, so fand man, daß der Samen und die lebhaft sich bewegenden Samenfäden einerseits bis zu der Stelle vorgedrungen waren, wo die Höhle des Uterus durch eine Narbe verschlossen war, und daß anderseits das Eichen den Eierstock verlassen und die Wanderung innerhalb des Eileiters begonnen hatte. Die Untersuchung solcher Thiere, welche brünstig waren, die man aber während der ganzen Zeit der Brunst von dem Männchen entfernt gehalten hatte, wies nach, daß auch hier die Eier ausgetreten und im Eileiter befindlich waren; — ja selbst bei solchen Weibchen, die noch nie geboren hatten und zum

erſtenmale brünſtig waren, zeigten ſich ausgeſtoßene Eier im Eileiter und beginnende Bildung gelber Körper in den Follikeln. Es iſt demnach jetzt unumſtößlich bewieſen, daß die Eier der Säugethiere ſich periodiſch, nachdem ſie zur vollſtändigen Reife gelangt ſind, bei dem Auftreten der Brunſterſcheinungen von dem Eierſtocke loslöſen und ihren Weg durch die Eileiter nach der Gebärmutter hin fortſetzen. Aeußerlich wird dieſe Reife der Eier und der Beginn ihrer Wanderung durch die Brunſt angedeutet. Erhält der dadurch angeregte Geſchlechtstrieb ſeine Befriedigung, wird die Begattung zu rechter Zeit vollzogen und werden die Eier auf ihrem Wege noch innerhalb des Eileiters von dem Samen erreicht, ſo werden ſie befruchtet und entwickeln ſich weiter. Iſt dieſes nicht der Fall, ſo gehen ſie zu Grunde und werden wahrſcheinlich innerhalb der Geſchlechtstheile ſelbſt aufgelöst und vernichtet.

Bei dem menſchlichen Weibe zeigen ſich eigenthümliche Verhältniſſe, welche die Anwendung des eben erwähnten Geſetzes einigermaßen erſchweren. Die Geſchlechtsreife deſſelben kündigt ſich durch jenen eigenthümlichen, periodiſch wiederkehrenden Blutfluß an, den wir mit dem Namen der Menſtruation oder der monatlichen Reinigung bezeichnen. Im normalen Zuſtande kehrt dieſe Abſonderung je nach dem Verlaufe eines Mondsmonats oder nach 28 Tagen wieder; ihren Eintritt bezeichnet meiſt leichtes Unwohlſein, Abgeſpanntheit, während nach ihrem Verſchwinden erhöhtes Wohlbefinden und zugleich lebhaftere Geſchlechtsluſt eintritt. Die Menſtruation hängt eben ſo, wie die Brunſt bei den Thieren, von dem normalen Befinden der Eierſtöcke ab. Bei Eierſtockskrankheiten, welche beide Organe befallen, bei verkrüppeltem Zuſtande und unvollſtändiger Ausbildung der Eierſtöcke fehlt auch die Menſtruation, und ebenſo verſchwindet ſie alsbald mit dem Aufhören der Geſchlechtsthätigkeit. Es zeigt ſich alſo eine große Analogie zwiſchen der Menſtruation einerſeits und der Brunſt der Säugethiere anderſeits, eine Analogie, die nur dadurch einigermaßen geſtört wird, daß die Menſtruation ſehr häufig wiederkehrt und keine ſo abſolute

Gränze in der Ausübung der geſchlechtlichen Funktion zieht, als dies bei der Brunſt der Fall iſt. In der That übt das weibliche Säugethier nur unmittelbar nach dem Ablaufe des Höhepunktes der Brunſt, nicht aber in der Zwiſchenzeit, die Begattung aus, während bei dem Weibe die Befriedigung der Geſchlechtsluſt an keine Zeit gebunden iſt. Indeß iſt dieſer Unterſchied wohl in der urſprünglich freieren Natur des Menſchen begründet, der in allen Verhältniſſen weit weniger an Zeit und Ort gebunden erſcheint, als dies bei dem Thiere der Fall iſt.

Man glaubte früher, daß die Exiſtenz eines gelben Körpers an dem Eierſtocke ſtets ein untrügliches Zeichen ſtattgehabter Empfängniß ſei. Die neuen Unterſuchungen haben indeß gelehrt, daß jedesmal bei der Menſtruation ein Follikel ſich öffne, mit ihm ein Ei austrete, und ein gelber Körper als Zeugniß dieſes Austrittes zurückbleibe. Indeſſen erſcheint dieſer gelbe Körper, welcher ſich nach der Menſtruation entwickelt, kleiner und unvollſtändiger ausgebildet, und die Narbe, die er verurſacht, verſchwindet weit früher, als diejenige, welche in Folge ſtattgehabter Empfängniß an dem Eierſtocke ſich findet. Bedenkt man aber, daß die Empfängniß und die Entwickelung des Fötus einen fortdauernden Reizzuſtand in den inneren Geſchlechtsorganen erhält, daß der Blutandrang Monate lang in bedeutendem Maße fortfährt, ſo wird man begreiflich finden, daß auch die Ausſchwitzung von Narbenmaſſe in dem entzündeten Follikel bedeutend größer iſt während des Monate lang andauernden Reizzuſtandes der inneren Geſchlechtsorgane, welchen die Schwangerſchaft unterhält, und daß deshalb ein weit anſehnlicherer gelber Körper zurückbleiben muß, als nach der Menſtruation, wo die Aufregung der Organe nicht ferner fortdauert und bald Alles in den normalen Zuſtand zurückkehrt.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß regelmäßig bei dem Eintritte der Menſtruation die Eichen ſich loslöſen und ihre Wanderungen beginnen. Der erhöhte Congeſtionszuſtand, in welchem ſich die inneren Geſchlechtsorgane während der Periode der Ausſtoßung befinden, äußert ſich auch namentlich in dem

Kelche und in den Franſen des Trichters, der die innere Mündung des Eierſtockes bildet. Dieſe Franſen richten ſich auf und umfaſſen den Eierſtock ſo von allen Seiten, daß das Eichen in die innere Höhle fallen muß. In den Röhren des Eileiters ſelbſt angelangt, wird es von den wurmförmigen Zuſammenziehungen derſelben, ſowie von der Wimperbewegung weiter nach unten befördert, und trifft, im Falle Begattung erfolgt, innerhalb des Eileiters mit dem Samen zuſammen. Dieſer letztere kommt ihm ſonach auf halbem Wege entgegen, und es fragt ſich, durch welches Mittel dieſe Fortbewegung des Samens bewerkſtelligt werde.

Unterſucht man die inneren Geſchlechtsorgane von Thieren, welche unmittelbar nach der Begattung getödtet wurden, ſo zeigt ſich die ganze Gebärmutter bis in ihre hinteren Enden mit Samenfäden erfüllt, welche ſich auf das Lebhafteſte bewegen. Nach und nach dringen auch die Samenfäden in den Eileiter ein und man kann ſie in demſelben um ſo weiter vorgerückt finden, je längere Zeit nach der Begattung verfloſſen iſt. Oftmals begegnet es ſogar, daß die Begattung ſchon ziemlich lange vor dem Austritte der Eier Statt findet, und daß deshalb die Samenfäden bis zu dem Eierſtocke ſelbſt vordringen können. Es ſind mehrfache unzweifelhafte Beobachtungen vorhanden, in welchen man Samenfäden auf dem Eierſtocke ſelbſt fand; — in den meiſten Fällen jedoch muß zugeſtanden werden, daß ſie nicht bis dahin gelangen, ſondern unterwegs die Eier antreffen. Meiſtens findet man die Eier, welche in dem mittleren oder unteren Dritttheil des Eileiters ſich befinden, rundum mit Samenfäden bedeckt, und oft ſogar ſind dieſe letzteren inmitten der Eiweißſchichten, welche ſich im Eileiter bilden, eingelagert.

Bei dem menſchlichen Weibe ſcheinen ganz vollkommen gleiche Verhältniſſe obzuwalten. Auch hier iſt es wahrſcheinlich, daß in der Regel eine fruchtbare Begattung nur dann Statt findet, wenn der Same bei der Begattung ſelbſt bis in die Höhle der Gebärmutter eingebracht wird. Aus dieſem Grunde ſchon iſt die leichtere Befruchtung unmittelbar nach der Menſtruation wahr-

ſcheinlich, weil während des Blutfluſſes der Muttermund erweicht und geöffnet iſt. Indeſſen beweiſen auch viele, unzweifelhaft wahre Thatſachen, daß manchmal Empfängniß erfolgte, wenn auch der Same nur an die äußeren Geſchlechtstheile gebracht wurde. Ein alter Berliner Arzt, deſſen liebenswürdige Perſönlichkeit das unbedingte Vertrauen ſeiner Clienten ſich erwarb, hat aus ſeiner reichen Erfahrung mehrere ſchlagende Fälle dieſer Art mitgetheilt, welche beweiſen, daß in ſeltenen Fällen auch nur von den äußeren Geſchlechtstheilen aus die befruchtende Flüſſigkeit bis in das Innere vordringen kann. Indeß, wie geſagt, dieß ſind nur ſeltene Ausnahmen von der Regel.

Wenn ſomit die Fortwanderung der Samenfäden innerhalb der weiblichen Geſchlechtstheile unbezweifelt iſt, ſo kann auf der andern Seite nicht in Abrede geſtellt werden, daß kein beſonderer Bewegungsapparat für den Samen innerhalb der Geſchlechtstheile exiſtire, ſondern daß die Samenfäden ſelbſt durch ihre kriechenden und ſchlängelnden Bewegungen ſich allmählich weiter ſchieben. Von den Hunderttauſenden, welche in das Innere der Gebärmutter gelangen, finden vielleicht nur wenige ihren Weg in den Eileiter, allein auch dieſe wenigen genügen zu der Erreichung des vorgeſteckten Zweckes. Bei vielen Thieren finden ſich freilich weit complicirtere Anſtalten, um den Samen an den Ort ſeiner Wirkſamkeit zu bringen, und bei manchen Molusken namentlich zeigen ſich wahrhafte Samenmaſchinen, in deren ſchlauchartigen Behältern gelatinöſe Subſtanzen angehäuft ſind, welche bei der Berührung mit Waſſer anſchwellen und zuletzt den Samenſchlauch ſo ausdehnen, daß er berſtet und den Samen ausſchleudert.

Es ſteht im Allgemeinen feſt, daß die Frauen unmittelbar nach der Beendigung der Menſtruation am Leichteſten empfangen, weshalb man denn auch den Termin der Schwangerſchaft auf die Art am Sicherſten berechnet, daß man die Epoche der Empfängniß acht Tage nach der letzten Menſtruation annimmt; Erfahrung und Theorie weiſen aber gleichmäßig darauf hin, daß in dem Zeitraume zwiſchen je zwei Menſtruationen eine

ſterile Epoche von mehreren Tagen liegen müſſe, innerhalb welcher durchaus keine Empfängniß ſtatthaben kann. Ueber die Länge dieſes Zeitraums, ſowie über ſeine Stellung innerhalb der angegebenen Zeit, können freilich die verſchiedenſten Meinungen noch geltend gemacht werden, da das Endreſultat, die Empfängniß, von mehreren Faktoren abhängt.

Das erſte Verhältniß, welches hier in Rechnung gezogen werden muß, liegt in der zeitlichen Beziehung der Loslöſung des Eichens zu dem Eintritte der Menſtrualblutung. Die Erfahrungen, welche man durch Zergliederung von Mädchen und Frauen geſammelt hat, die innerhalb der Menſtruationsperiode ſtarben, liefern hier eben ſo wenig einen genauen zeitlichen Anhaltspunkt, als die Zergliederung brünſtiger Thiere. Man erſieht daraus nur ſo viel, daß Menſtrualfluß, Brunſt, Platzen der Follikel und Wanderung der Eichen in dem Eileiter mit einander in engſter Verknüpfung ſtehen; daß aber Menſtrualfluß und Brunſt oft ſchon vorübergegangen oder ihrem Ende nahe ſind, während der Follikel zwar zum Berſten reif, aber noch nicht geplatzt iſt, während in anderen Fällen die Eichen ſchon bei dem Beginne des Fluſſes oder der Brunſt in den Eileiter eingedrungen waren. Begreiflicher Weiſe können dieſe wechſelnden Verhältniſſe auch eine Schwankung von mehreren Tagen in der Befruchtung herbeiführen.

Ein zweites Moment ſteht mit der Wanderung der Eier in dem Eileiter und den dortigen Entwickelungsvorgängen in Beziehung. Wir werden in der Folge dieſer Unterſuchungen ſehen, daß der Samen und das Ei nothwendig einander innerhalb der Eileiter begegnen müſſen, und daß eine Befruchtung nicht mehr möglich iſt, ſobald das Ei einmal den Eileiter durchwandert und innerhalb der Gebärmutter angelangt iſt. Bis jetzt iſt es nur zwei Beobachtern geglückt, menſchliche Eichen in dem Eileiter aufzufinden, und dieſe Beobachtungen, ſo ſchätzbar ſie auch ſonſt ſein mögen, liefern durchaus kein Material zu der Entſcheidung der Frage, wie lange Zeit das Eichen brauche, um bei dem Menſchen den Eileiter zu durchwandern. Bei den Thieren er-

geben ſich abweichende Verhältniſſe. Das Ei des Kaninchens braucht durchſchnittlich 3 Tage, das der Schafe und Kühe 4 — 5, das des Hundes 8 — 12 Tage, um die Länge des Eileiters zu durchwandern, und wahrſcheinlich ſchließt ſich das menſchliche in dieſer Beziehung zunächſt demjenigen des Hundes an. Man ſieht, daß hier ein weiter Spielraum ſchon für die Befruchtung des Eichens gegeben iſt, indem in denjenigen Fällen, wo das Eichen erſt nach dem Aufhören der Menſtruation ſeine Wanderung beginnt, die Befruchtung 12 — 14 Tage nach dem Aufhören derſelben möglich wäre, während in den entgegengeſetzten Fällen, wo das Eichen ſeine Wanderung ſchon vor dem Eintritte der Menſtruation beginnt, die Befruchtung ſelbſt nur innerhalb der Menſtruationszeit Statt finden könnte.

Noch eines dritten Faktors müſſen wir bei dieſen Berechnungen erwähnen. Es betrifft die Lebensdauer der Samenthierchen innerhalb der weiblichen Geſchlechtstheile, innerhalb der Gebärmutter und der Eileiter. Bei vielen Inſekten iſt dieſe Lebensdauer faſt unbeſchränkt; bei allen denjenigen Arten, bei denen die Weibchen überwintern, werden dieſe im Herbſte befruchtet und der Samen in einer eigenen Nebentaſche aufbewahrt, in welcher er ſich bis zum nächſten Sommer, wo das Eierlegen Statt findet, vollkommen lebensfähig erhält. Es bedarf ſtets einer gewiſſen Zeit, bis der Same durch die weiblichen Geſchlechtstheile hindurch gewandert iſt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß man 5 — 8 Tage nach geſchehener Begattung im Inneren der Geſchlechtstheile weiblicher Säugethiere noch lebende Samenfäden antrifft, wenn auch ihre Anzahl in den letzten Tagen ſich bedeutend verringert hat. Vielleicht dauert dieſe Periode der Erhaltung in den Geſchlechtstheilen des Weibes noch länger, ſo daß ſelbſt eine Menſtruationsperiode dadurch überbrückt werden könnte. Es läßt ſich der Fall denken, daß der Samen, der durch eine Begattung eine geringe Zeit vor dem Eintritte der Menſtruationsperiode eingeführt wurde, ſchon bis in die Eileiter vorgedrungen war, ehe der Blutfluß begann, der ihn aus der Gebärmutter weggeſpült haben würde, ſo daß das

herabsteigende Eichen dennoch befruchtet werden konnte. Nimmt man alle diese Punkte zusammen, so würde die Befruchtung einige Tage vor und etwa 12 — 14 Tage nach Eintritt der Menstruation Statt finden können, in der Zwischenzeit aber nicht.

Man hat durch statistische Untersuchungen die Frage in der Weise zu lösen gesucht, daß man aus den Civilregistern die Daten der Hochzeitstermine mit den dazu gehörenden Erstgeburten verglich, und daraus einen Schluß zu ziehen suchte, indem man sich dabei auf die Thatsache verließ, daß die meisten Ehen zwischen je zwei Menstruationsperioden, etwa 2—18 Tage nach dem Aufhören des Menstrualflusses, geschlossen wurden. Wie begreiflich haben diese Untersuchungen, die zudem nur über eine geringe Anzahl von Fällen ausgedehnt wurden, und bei denen der Verfasser höchst sonderbarer Weise auch noch eine Auswahl der Fälle traf, und nur aus mittleren und höheren Classen wählte, nur höchst schwankende Resultate gegeben. Die meisten Erstgeburten fallen freilich in zwei Perioden, die eine 270 — 280 Tage, die andere 287 — 294 Tage nach dem Schlusse der Ehe. Der Zwischenraum zwischen beiden Perioden ist aber ebenfalls, wenn auch mit einer geringeren Zahl von Fällen, ausgefüllt. Freilich muß man bei Berechnungen dieser Art auch in Betracht ziehen, daß die Schwangerschaftsperiode nicht überall genau dieselbe ist, und auch hierdurch ein Schwanken in das Resultat eingeführt werden muß, das bei Betrachtung einer großen Anzahl von Fällen auf ein Minimum reducirt wird.

Einundzwanzigster Brief.

Das Ei im Eileiter. Die Zellenbildung.

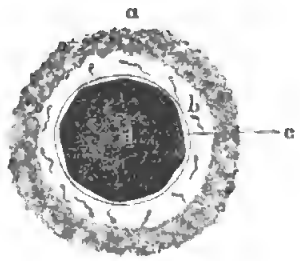
In dem oberen Dritttheile des Eileiters zeigt sich das Ei bei den Säugethieren ganz in derselben Gestalt, wie wir es in dem Eierstocke kennen lernten. Es hat noch immer einen kugeligen homogenen Dotter, an dessen einer Stelle man zuweilen noch das Keimbläschen unterscheidet, obgleich in den meisten Fällen dasselbe verschwunden ist und dann der Dotter als durchaus gleichförmige Kugel erscheint. Es hat ferner seine Zona als äußere Hülle. Anfangs sitzen auf dieser noch ringsum, einem Strahlenkranze gleich, die aus dem Graaf'schen Follikel mitgebrachten Zellen der Keimscheibe. Diese letzteren streifen sich indessen sehr bald ab, so daß die Zona vollkommen nackt und bloß erscheint.

Bei dem Kaninchen und, wie es scheint, bei den meisten niederen Säugethieren, sondert der Eileiter eine helle, durchsichtige, halbfeste Masse ab, die sich schichtenweise um das Ei herumlegt und in ihrem äußeren Verhalten vollkommen dem Eiweiße der Vogeleier gleicht. Zwischen den Schichten dieser Masse sieht man sehr häufig Samenthierchen in Menge eingeschlossen, die vielleicht auf dem Wege nach dem Inneren des Eies zwischen dem sich absondernden Eiweiße eingeklebt wurden. Bei den höheren Säugethieren, dem Hunde z. B., fehlt diese Eiweißbildung durchaus, und es steht demnach zu erwarten, daß auch

bei dem höchſten Säugethiere, dem Menſchen, bei welchem man bis jetzt noch kein Ei im Eileiter geſehen hat, keine ſolche Eiweißbildung angetroffen werden dürfte.

In der unteren Hälfte des Eileiters, in welcher das Ei anlangt, umgeben von ſeiner Eiweißſchicht, befreit von den Zellen der Keimſcheibe, und wo das Keimbläschen ſchon untergegangen iſt, treten die merkwürdigen Veränderungen des Dotters ein, die man unter dem Namen der Furchung oder des Theilungsprozeſſes bezeichnet hat. Es beginnt dieſer Theilungsprozeß, aus welchem allmählich die bildenden Elemente des Embryos hervorgehen, auch in Eiern, welche nicht befruchtet wurden; er ſchreitet aber nicht vorwärts in der normalen Weiſe, die wir bald beſchreiben werden, ſondern wird unregelmäßig, wenn die Befruchtung nicht baldigſt erfolgt. Deshalb führten wir auch oben als nothwendige Bedingung der Befruchtung an, daß die Begegnung des Samens und des Eies noch innerhalb des Eileiters Statt finden müſſe. Da die Furchung ſtets im unteren, oft aber auch ſchon im mittleren Theile des Eileiters beginnt und die Befruchtung ihre Regelmäßigkeit nicht wieder herſtellen kann, ſobald dieſe einmal geſtört iſt, ſo erſcheint unſere Behauptung vollkommen gerechtfertigt.

Fig. 29.



Ein Hundeei aus dem unterſten Theile des Eileiters, unmittelbar vor dem Beginne der Furchung. Die mit dieſem Vorgange verbundene Contraction hat dem Dotter eine polyedriſche Form gegeben. Die Zellen der ſogenannten Keimſcheibe, welche bei dem Hunde während der ganzen Wanderung durch den Eileiter an dem Ei hängen bleiben, ſind ſchon ſehr unſcheinbar geworden. Auf dem hellen Kreiſe der Zona ſieht man zahlreiche Samenthierchen.

a. Zellen der Keimſcheibe. b. Zona mit Samenthierchen. c. Innerer Eiraum. d. Dotter.

Die Furchung ſelbſt wird durch eine Contraction der ganzen Dottermaſſe eingeleitet, die ſich in den Eiern mit feſter Dotter-

haut dadurch zu erkennen giebt, daß die Dottermaſſe von der Innenfläche der Dotterhaut etwas zurückweicht. Dann ſpaltet ſich der Dotter, indem ein größter Kreis in Geſtalt einer Furche ſich über den Dotter herüber legt. Die Furche gräbt ſich ſtets tiefer und tiefer ein. Betrachtet man nun ein Säugethierei,

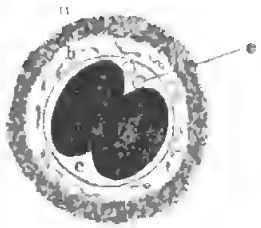


Fig. 30.

Ein Ei einige Stunden ſpäter. Die Zellen in der Umgebung ſind noch mehr geſchwunden, der Dotter in zwei Hälften, Furchungskugeln, zerlegt. Zwiſchen dieſen ſieht man die ausgetretenen hellen Bläschen.

a. Zellen der Keimſcheibe. b. Zona. c. Eiraum d. Furchungskugeln. e. Helle Bläschen (Richtungsbläschen).

welches in das erſte Stadium der Theilung eingetreten iſt, unter dem Mikroſkope, ſo erſcheint der Dotter aus zwei vollkommen iſolirten, von einander getrennten Hälften zuſammengeſetzt, welche eine eiförmige Geſtalt haben und nur durch den Einſchluß in der Zona zuſammengehalten werden, da ſie bei dem Oeffnen des Eies mittelſt einer ſcharfen Nadel auseinander fallen und ſich leicht iſolirt unterſuchen laſſen. Der Dotter hat ſich demnach in zwei Hälften getheilt, deren jede wieder in gewiſſer Beziehung der urſprünglichen Dotterkugel ähnlich iſt. Denn eine jede dieſer beiden Furchungskugeln enthält wieder in ihrem Inneren ein helles Bläschen, von einer feinen Haut gebildet und mit waſſerklarer Flüſſigkeit gefüllt, welches einigermaßen dem Keimbläschen ähnlich ſieht, jedoch mit dem Unterſchiede, daß man meiſt keine inneren Bildungen darin nachweiſen kann, welche etwa dem Keimflecke analog wären. So viel ich und andere genaue Beobachter auch dieſe hellen Bläschen im Inneren der Furchungskugeln bei Säugethieren und Fröſchen unterſuchten, ſo haben wir uns doch in keinem Falle von der Exiſtenz kernartiger Gebilde im Inneren derſelben überzeugen können, ſondern ſtets nur einen vollkommen homogenen, waſſerklaren Inhalt in denſelben geſehen. Andere, des Vertrauens nicht minder wür-

dige Beobachter versichern, im Inneren dieser Bläschen bei verschiedenen Thieren körnige Kerne gesehen zu haben, und wollen sogar deren constantes Vorkommen behaupten. Mag indeß dieser Streit geschlichtet werden, wie er wolle, so scheint wenigstens so viel gewiß, daß diese Kernchengebilde im Inneren der hellen Bläschen keine weitere Bedeutung für die Ausbildung der Furchungskugeln besitzen.

Beobachtet man das Ei einige Zeit später, so sieht man Statt zweier Furchungskugeln vier kleinere, meist vollkommen runde kugelförmige Gebilde, deren jedes ebenfalls ein helles Bläschen in seinem Inneren zeigt. Jede dieser Kugeln ist vollkommen isolirt von der andern und gleicht wieder in ihrer ganzen Bildung, abgesehen von der Größe, der primitiven Dotterkugel. Die Theilung schreitet nun streng gesetzmäßig in einer geometrischen Reihe fort, deren Exponent die Zahl 2 ist. Man findet

Fig. 31.

Noch einige Stunden später. Die Zellen der Keimscheibe sind ganz verschwunden; der Dotter in zwölf Furchungskugeln zerlegt.

a. Zona. b. Eiraum. c. Furchungskugeln.

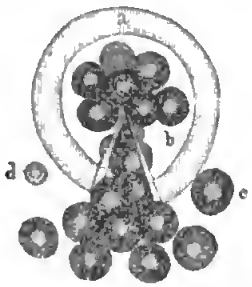


Fig. 32.

Ein Ei gegen das Ende der Furchung, gesprengt, so daß die mit ihren hellen Kernen ausgestatteten Furchungskugeln austreten. Auf der Seite ein verschwindendes Richtungsbläschen, das körnig geworden ist. a. Zona. b. Eiraum c. Furchungskugeln d. Richtungsbläschen.

Eier aus 8, 16, 32, 64 u. s. w. Furchungskugeln zusammengesetzt, und jede dieser Furchungskugeln besitzt ein helles Bläschen in ihrem Inneren, und besteht aus einem Aggregat von körniger Dottersubstanz, welches um dieses Bläschen gruppirt ist. Der

einzige Unterschied dieser zahlreicheren Furchungskugeln von den ursprünglichen besteht in ihrem kleineren Volumen und in der geringeren Größe des in ihnen enthaltenen hellen Bläschens. Der Dotter erhält durch diese fortschreitende Furchung und Verkleinerung der Kugeln, die in der Zona eingeschlossen sind, je nach dem Stadium der Furchung die Gestalt einer Traube, einer Maulbeere oder Himbeere. Sobald man indeß das Ei öffnet, gelingt es leicht, die einzelnen Furchungskugeln von einander zu trennen und als selbstständige Elemente darzustellen.

Der Vorgang, wie wir ihn eben an dem Säugethiere dargestellt haben, war schon früher an andern Thiereiern, namentlich an denjenigen der Frösche, beobachtet worden, und in der jetzigen Zeit ist es einzig die Classe der Vögel, bei welchen die Furchung noch unbeobachtet ist, während in dem ganzen übrigen Thierreich entweder totaler oder doch theilweiser Theilungsprozeß des Dotters bekannt ist. Es konnte nicht fehlen, daß diese merkwürdige Erscheinung, dieses Auftreten eines strengen numerischen Verhältnisses bei den ersten Lebensäußerungen des Eies, die Aufmerksamkeit der Naturforscher im höchsten Grade auf sich zog. Wenn man nun auf der einen Seite den Vorgang selbst in seinen äußeren Erscheinungen verfolgte, und mancherlei beträchtliche Modifikationen in demselben entdeckte, so suchte man auf der andern Seite zu ermitteln, welcher tiefere Grund der Erscheinung zu Grunde liege, und in welcher Beziehung die Furchungskugeln sowohl zu den ursprünglichen Theilen, welche das Ei zusammensetzen, als auch zu den spätern Bildungselementen des Embryos ständen.

Die erste Frage, welche man zu lösen versuchte, war diejenige nach dem Schicksale des Keimbläschens. Dieses in allen Eierstockseiern so constant vorkommende Gebilde war nach der Befruchtung, sobald einmal die Furchung sich einzuleiten begann, nicht mehr zu finden, und auch der körnige Keimfleck oder die vielfachen bläschenartigen Keimflecke ließen sich nirgends entdecken. Auch jetzt herrscht noch über diesen Punkt manches Dunkel, welches aufzuklären späteren Beobachtungen anheimge-

ſtellt iſt. Daß die hellen Bläschen, welche ſich in den Furchungskugeln zeigen, nicht durch eine Theilung des Keimbläschens hervorgegangen ſind, iſt wohl ſicher ermittelt; daß das Keimbläschen, ſo wie es urſprünglich beſtand, vor dem Beginne der Furchung zu Grunde gehe, ſcheint ebenfalls ausgemacht. Allein wir wiſſen nicht, zu welchen ſpeziellen Bildungen ſein Verſchwinden Anlaß giebt, zumal da es in den Eiern mit totaler Furchung ſchwer hält, zu beſtimmen, an welchem Orte das Keimbläschen urſprünglich gelegen habe. Es giebt indeß Thiere, bei welchen die Dottertheilung keine totale iſt, ſondern wo nur ein mehr oder weniger beſchränkter Theil des Dotters an der Furchung Antheil nimmt, der Reſt deſſelben dagegen in ſeiner urſprünglichen formloſen Geſtalt zurückbleibt. Dies iſt der Fall bei einigen Froſchgattungen, bei den meiſten Fiſchen und den Dintenfiſchen oder Cephalopoden, während die Eier der übrigen Mollusken, wie die der Säugethiere, totale Furchung beſitzen. Bei den Thieren mit partieller Furchung erhebt ſich nur ein Theil des Dotters hügelartig, und bildet wulſtartige Erhöhungen, in welchen helle Bläschen ſich zeigen, die ſich mehr und mehr zerſpalten, meiſt aber nach innen hin nur unvollkommen gegen die formloſe Dotterſubſtanz abgegränzt ſind. Die Furchung ſchreitet in dieſem Falle von einem beſtimmten Punkte aus allmählich um ſich greifend fort, und überzieht, je nach den ſpeziellen Verhältniſſen, entweder das geſammte Ei oder auch nur einen Theil deſſelben. Hier zeigt es ſich nun aufs Deutlichſte, daß der Mittelpunkt, von welchem aus die Furchung fortſchreitet, an demjenigen Orte liegt, den das Keimbläschen in dem unbefruchteten Eie behauptete, und daß dieſer ſelbe Punkt auch den Mittelpunkt der embryonalen Entwickelung bildet. Ein gleiches Verhältniß findet ſich aller Wahrſcheinlichkeit nach auch bei den Eiern mit totaler Furchung. Das Keimbläschen zeigt ſomit in dem unbefruchteten Eie jedesmal die Stelle an, von welcher aus die embryonale Entwickelung fortſchreitet.

Das Schickſal des einfachen Keimflecks oder der vielfältigen Keimflecke iſt ebenfalls noch ſehr in Dunkel gehüllt. Dieſes

Dunkel wird in Beziehung zu dem einfachen körnigen Keimfleck, wie er ſich bei den Säugethieren zeigt, auch nur ſehr ſchwer gelichtet werden können. Wenn, wie es wahrſcheinlich iſt, die zarte Haut des Keimbläschens ſich auflöst und die in demſelben enthaltene Flüſſigkeit ſich wirklich mit der Dotterſubſtanz miſcht, ſo wird es mit unſern jetzigen Hülfsmitteln der Unterſuchung geradezu unmöglich ſein, den Keimfleck unter den zahlreichen körnigen Dotterelementen herauszufinden und wieder zu erkennen. Indeſſen iſt es jetzt durch wiederholte Beobachtungen mehr als wahrſcheinlich geworden, daß auch der Keimfleck oder die Keimflecke in durchaus keiner engeren Beziehung zu der Bildung der Embryonalgewebe ſelbſt ſtehen, und daß ſie ſogar in einzelnen Fällen ſchon innerhalb des Keimbläschens ſich auflöſen, ehe noch dieſes ſelber verſchwindet. Offenbar ſind Keimbläschen und Keimfleck mehr Theile des werdenden Eies, als weſentliche Organe des fertigen Keimes. Sie ſind nöthig zur Entſtehung des Eies; ſie ſind die bedingenden Elemente zur Bildung deſſelben; ihre Bedeutung nimmt aber ab, je mehr ſich das Ei ſeiner Reife nähert. Das Ei wird erſt entwickelungsfähig durch die Befruchtung; damit dieſe Statt habe und erfolgreich ſei, iſt das Keimbläschen mit ſeinem Inhalte nicht mehr nöthig. Verſuche haben zu klar erwieſen, daß die Befruchtung Statt finden könne, wenn auch ſchon das Keimbläschen verſchwunden und die Einleitung zur Zellenbildung im Ei getroffen iſt. Man kann demnach das Keimbläschen mit ſeinem Keimflecke eher ein proviſoriſches Organ des Eies nennen, welches zur Zeit der Reife des Eies als unnütz geworden eingeht, wie ſo manche Organe, im werdenden Thiere von großer Wichtigkeit, bei der ſpäteren Entwickelung eingehen.

Mit der Einleitung der Furchung iſt immer eine bedeutende innere Molekularbewegung des Eies gegeben, die ſich beſonders durch eine bedeutende Zuſammenziehung ausſpricht. Begreiflicher Weiſe iſt dieſe Zuſammenziehung um ſo bedeutender, je tiefer die Furchung in das Ei ſelbſt eingreift, und bei den Eiern mit vollſtändiger Furchung greift ſie ſo weit ein, daß Tröpfchen

der flüſſigen Dotterſubſtanz aus dem Furchungspole herausgepreßt werden. Man glaubte, als man mit dieſer Erſcheinung noch nicht vollſtändig vertraut war, auch hier einen bedeutenden Einfluß dieſer Richtungsbläschen, wie man ſie nannte, annehmen zu müſſen, konnte ſich aber ſpäter überzeugen, daß ihre Gegenwart eben nur jene bedeutendere Concentration der Dottermaſſen, die ſich zur Furchung anſchickten, anzeigte. Es verſchwinden dieſe Bläschen ſpurlos in der Flüſſigkeit, welche die Furchungskugeln umgiebt.

Die ſämmtlichen Vorgänge, welche bis zur Einleitung des Furchungsprozeſſes innerhalb des Eies ſelbſt Statt finden, das Verſchwinden des Keimfleckes und des Keimbläschens, die Zuſammenziehung der Dottermaſſe und das Auspreſſen eines Theiles ihrer Flüſſigkeit zielen demnach darauf hin, aus dem Dotter ſelbſt ein einförmiges, homogenes Bildungsmaterial zu ſchaffen, aus welchem heraus der Embryo mit ſeinen verſchiedenen Organen ſich aufs Neue differenziren könne. Mit den äußeren Erſcheinungen gehen innere Veränderungen Hand in Hand, die zuerſt nur durch die concentrirende Molekularbewegung ſich kund geben, ſpäter aber auch da ſichtlich in die Augen treten, wo Dotterelemente vorhanden ſind, deren Veränderungen mit den Augen aufgefaßt werden können. Dieſe Veränderungen ſchreiten ſpäter bei der weiteren Entwickelung der Furchungskugeln und der aus ihnen hervorgehenden Embryonalzellen freilich noch raſcher fort; ſie beginnen aber ſchon bei dem erſten Aufleben der inneren Bildungsvorgänge und beſtehen, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, in einer allmählichen Reduktion und Verfeinerung der anfänglich gröberen Dotterelemente. Die Oeltropfen, die Körner, die feſteren fettigen oder eiweißartigen Körper, welche ſich innerhalb der Dotterſubſtanz vieler Thiere finden, verkleinern ſich allmählich und verflüſſigen ſich mehr und mehr, ſo daß nach beendigtem Vorgange dieſer Art das Bildungsmaterial weit heller und durchſichtiger geworden iſt. Meiſt unterſcheidet man in den Eiern die Embryonalanlage auf den erſten Blick durch ihre größere Durchſichtigkeit von der übrigen Maſſe. Dieſe

innere Durchbildung hängt von dem Dotter selbst und nicht von dem entstehenden Embryo ab, denn sie findet auch da Statt, wo das Bildungsmaterial des Dotters einen abnormen Weg der Entwickelung einschlägt. Bei gewissen Würmern hat man beobachtet, daß es vielleicht von zufälligen Umständen abhängt, ob ein einziges Ei, eine einzige Dotterkugel sich durch Spaltung in mehrere Theile theilt, deren jeder einen vollständigen Embryo hervorbringt. Bei vielen Mollusken, deren Dotterkugeln, von keiner Haut umgeben, in einer gemeinschaftlichen Hülle gelegt werden, hängt es wieder von einzelnen Umständen ab, ob mehrere dieser Dotterkugeln sich zur Bildung eines einzigen Embryos vereinigen, oder ob sie isolirt bleiben. So reißen sich auch oft von dem Dotter der Mollusken einzelne Theile los, welche selbstständig sich zu Elementargebilden entwickeln, die in keiner Beziehung zu dem Embryo selbst stehen.

Kehren wir zu den Furchungskugeln zurück, um deren weiteres Schicksal zu erforschen, so sehen wir ihre Zahl immer größer, ihren Umfang immer geringer werden. Aus der geometrischen Reihe, mit dem Exponenten zwei, welche durch diese Vermehrung gebildet wird, geht schon hervor, daß jede bestehende Furchungskugel sich in zwei kleinere Kugeln theilen, und eine jede dieser kaum entstandenen Furchungskugeln wieder neue Theilungsfähigkeit besitzen müsse. Es fragt sich aber, von welchen Bildungselementen der Furchungskugel diese stets erneuerte Spaltung in zwei Hälften ausgehe, ob es das helle centrale Bläschen sei, welches auf irgend eine Weise sich theile und hernach als Anziehungsmittelpunkt diene, um welchen herum die einzelnen Dotterelemente sich in Form von Kugeln gruppiren, oder ob vielmehr in der formlosen Dottersubstanz selbst diese Tendenz zu kugelförmiger Gruppirung liege, und erst secundär in den vorgebildeten Kugeln das helle Bläschen sich entwickele.

Eine ausreichende Antwort läßt sich nach den bis jetzt vorhandenen Beobachtungen auf diese Fragen nicht geben. Einerseits läßt sich durchaus nicht daran zweifeln, daß man zuweilen, namentlich bei gewissen Thieren, Furchungskugeln antrifft, welche

zwei helle Kerne oder ſogar einen biscuitförmigen Kern enthalten, ſo daß man hier unmittelbar durch die Beobachtung darauf hingewieſen wird, das Primitive der Vermehrung in der Theilung des Kernes, mag dieſer nun eine zähflüſſige Maſſe oder ein Bläschen ſein, zu ſuchen. Um den ſo getrennten und in zwei Hälften auseinander weichenden Kern würde ſich die Dottermaſſe wieder neu in zwei Kugeln gruppiren. Auf der anderen Seite ſtehen eben ſo wohl conſtatirte Beobachtungen, nach welchen man ſchuhſohlenförmige Furchungskugeln geſehen hat, wo nur in der einen Hälfte ein Kern ſich befand, wo alſo die Furchungskugel ſich theilte, ohne daß der Kern die Einleitung dazu gab. Wahrſcheinlich iſt es demnach, daß eben ſo wenig, wie für andere Organtheile, auch hier eine einheitliche Art der Vermehrung angenommen werden dürfe, und daß man bald die eine, bald die andere Entſtehung in der Natur gegeben finde.

Die genauere Feſtſtellung dieſer Verhältniſſe erſcheint beſonders deshalb von Wichtigkeit, weil der Furchungsprozeß die Einleitung darſtellt zu der Bildung der Elementartheile, aus welchen der Embryo ſich aufbaut. Der Embryo ſelbſt beſteht zu einer gewiſſen Zeit ſeiner ganzen Maſſe nach aus Zellen, d. h. aus bläschenartigen Gebilden, welche in ihrem ganzen Verhalten denjenigen Elementartheilen gleichen, aus welchen das Gewebe der Pflanzen aufgebaut iſt. Erſt aus dieſen urſprünglichen Elementarzellen, welche den Embryo zuſammenſetzen, entſtehen die einzelnen ſo mannichfaltigen Gewebtheile, aus welchen die Organe des Erwachſenen gebildet ſind. Die Erkenntniß dieſer urſprünglichen Uebereinſtimmung in der Struktur der Pflanzen und Thiere iſt eines der ſchönſten Reſultate, welches die neuere Wiſſenſchaft zu Tage gefördert hat. Sie iſt der Ausgangspunkt geweſen zu den fruchtbarſten Arbeiten im Felde der mikroſkopiſchen Forſchung und läßt auch jetzt noch die weitſichtigſten Ergebniſſe erwarten. Die ganze embryonale Entwickelung beruht auf dem Leben der Zellen, auf deren Entſtehung und allmählicher Ausbildung, und jede Thatſache, welche auf dieſe Entſtehung und auf die Funktion der Zelle im Allgemeinen

Bezug hat, ist deshalb von der größten Wichtigkeit. Die Geschichte der Entstehung und Vermehrung der Furchungskugeln ist zugleich die Entstehungsgeschichte der thierischen Zellen im Allgemeinen, denn die Furchungskugeln sind nur werdende Zellen und bilden sich augenblicklich zu wirklichen Zellen aus, sobald sie durch fortschreitende Theilung diejenige Größe erreicht haben, welche die Elementarzellen des Embryos besitzen sollen. Da alle Organe des Embryo ohne Ausnahme ursprünglich aus wahren Zellen zusammengesetzt sind, so wird es, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, hier ersprießlich sein, das Leben der Zellen im Allgemeinen, ihre Entstehung, Fortbildung und endliches Schicksal darzustellen, und in kurzen Umrissen die Zellentheorie so zu geben, wie der heutige Stand der Wissenschaft dieselbe ausgebildet hat.

Die Furchungskugeln haben wir in dem Vorhergehenden als kugelige Körper kennen gelernt, deren Substanz um ein Bläschen als Mittelpunkt gruppirt ist. Diese Substanz, welche stets einen gewissen Halt hat und meistens sogar noch größere Festigkeit besitzt als die ursprüngliche Dottersubstanz, wird in ihrer kugeligen Form durch ihre eigene Zähigkeit, nicht aber, wie man etwa glauben könnte, durch Umhüllung mit einer besondern Membran erhalten. Man hat viel und oft über diese Existenz von umhüllenden Membranen an den Furchungskugeln gestritten, dabei aber vergessen, daß man sich besonders in dem Fall nicht einigen konnte, wo man von Furchungskugeln verschiedenen Alters sprach, indem die anfänglich hüllenlosen Kugeln sich allerdings zu einer gewissen Zeit mit einer Membran umkleiden. Die gelatinöse Grundsubstanz, in welcher die Körnchen der Dottermasse und der Masse der Furchungskugeln zerstreut sind, verdichtet sich allmählich an der Peripherie der Furchungskugel und erhärtet endlich zu einer strukturlosen einfachen Membran, deren Existenz und bestimmte Abtrennung von dem Inhalte um so leichter nachgewiesen werden kann, je längere Zeit die Membran bestanden hat. Man kann sich den Vorgang dieser Erhärtung etwa versinnlichen, wenn man die Bildung einer

festeren geronnenen Schicht auf einer Gelée z. B. ins Auge faßt. Auch hier läßt sich im Anfang nur erkennen, daß an der Oberfläche unter dem Einflusse der Luft eine consistentere Schicht sich gebildet hat, die allmählich in die innere flüssige Masse übergeht und sich von dieser nicht scheiden läßt; nach und nach gerinnt diese Schicht zu einem einfachen Häutchen, das man trennen und abziehen kann. Ganz so verhält es sich auch mit den Furchungskugeln. Je kleiner diese werden, desto bestimmter spricht sich die Trennung zwischen umschließender Haut und innerer, eingeschlossener Substanz aus. Ist diese Trennung einmal nachweisbar vollendet, so nennen wir die Gebilde, die wir vor uns haben, Zellen, und wir erkennen dann gewisse Lebenserscheinungen, welche ihren Sitz hauptsächlich in der die Zelle einschließenden Membran oder in der Zellenwand haben.

Indem wir die allmähliche Bildung der Furchungskugeln und die Ausbildung der Zellenwand verfolgten, haben wir zugleich die Entstehungsgeschichte der Zelle selbst kennen gelernt, sowie deren einzelne Theile bezeichnet. Alle aus Furchungskugeln hervorgegangenen Zellen, und da diese es sind, welche den Embryo zusammensetzen, alle primitiven Embryonalzellen werden demnach aus folgenden Theilen gebildet.

1) Aus einer äußeren umhüllenden, strukturlosen Membran, der Zellenwand, welche die Form eines kugeligen Bläschens besitzt und durch Condensirung der peripherischen Schicht einer Furchungskugel entstanden ist.

2) Aus einem mehr oder minder flüssigen oder weichen, kernigen Inhalt, gebildet von der ursprünglichen Dottersubstanz, welche nach ihrer Gruppirung in kugeliger Form von der allmählich an der Peripherie sich verdichtenden Zellenwand umschlossen wurde, und

3) endlich aus einem inneren hohlen, mit wasserheller Flüssigkeit gefüllten Bläschen, dem Kerne, das ursprünglich in der Mitte des Körnerhaufens sich befindet, und zuweilen, wenn auch nicht in allen Fällen, ein körniges Kernchen umschließt.

Welches Gebilde bei dem beſchriebenen Vorgange der Zellenbildung aus Furchungskugeln das primäre ſei, ob der körnige zur Kugel geballte Inhalt, das in demſelben eingeſchloſſene Bläschen, der Kern, oder das in dem Kerne gelegene Kernchen, kann vor der Hand noch nicht mit Sicherheit ausgemacht werden. So viel aber iſt feſtgeſtellt, daß die Zellenwand eine ſekundäre Bildung um die vorher beſtehende Subſtanzkugel mit ihrem Kerne iſt.

Die primitiven Zellen des Embryo, aus welchen in der Folge alle Elementartheile der Gewebe hervorgehen, entſtehen alſo nach den bis jetzt angeſtellten Unterſuchungen überall im Thierreiche durch *peripheriſche Umbildung einer Zellenwand um eine kernhaltige Subſtanzkugel*, und in allen Fällen laſſen ſich die drei integrirenden Beſtandtheile: Kern, Inhalt und Zellenwand, deutlich in dieſen primitiven Embryonalzellen unterſcheiden. Es fragt ſich indeß, ob dieſe Art der Zellenbildung die einzige ſei, und ob nicht ſowohl bei Embryonen, als auch bei Erwachſenen, bläschenartige Gebilde, welche wir ihrer Lebenserſcheinungen wegen mit dem Namen von Zellen belegen müſſen, auch in anderer Weiſe entſtehen können.

Als man die große Idee von der primitiven Zellenbildung aller thieriſchen Gewebe zuerſt aufſtellte, glaubte man nach den vorhandenen, beſonders an Pflanzen angeſtellten Beobachtungen ein anderes Schema der Zellenbildung geben zu müſſen. Von dem Grundſatze ausgehend, daß gleichartige Dinge auch auf gleiche Weiſe entſtehen müßten, behauptete man die Allgemeinheit dieſes Schemas für alle Zellen ohne Ausnahme. Die innere Nothwendigkeit der gleichartigen Entſtehungsweiſe aller Zellen iſt indeß damit durchaus noch nicht dargethan, daß man in bläschenartigen Gebilden, welche ſehr verſchiedener Form, verſchiedenen Inhalts und verſchiedenen Endſchickſals ſein können, Lebenserſcheinungen nachweist, welche uns berechtigen, dieſelben unter einem gemeinſamen Begriffe, demjenigen der Zelle, zuſammenzufaſſen. Wenn Jemand behaupten wollte, daß alle Thiere auf die gleiche Weiſe entſtehen müßten, ſo würde man eine ſolche

Anſicht eben einfach mit Hinweiſung auf die Erfahrung zurückweiſen, die uns mehrfache Entſtehungsarten der Thiere kund giebt, und wenn Jemand, um ein näher liegendes Beiſpiel zu wählen, den Satz aufſtellte, daß alle verſchiedenen Arten von Faſern, welche ſich in den thieriſchen Geweben finden, auch wirklich in gleicher Weiſe entſtanden ſein müßten, ſo würde man ſich ebenfalls genöthigt ſehen, mit Hindeutung auf die Erfahrung ihn zurückzuweiſen. Ganz ſo verhält es ſich auch mit den Zellen; wenn wir auch eine gewiſſe Gruppe von Elementartheilen Zellen nennen und dieſe Zellen in gewiſſen Punkten mit einander übereinſtimmen, ſo können dieſelben doch in anderen Verhältniſſen von einander abweichen, und jetzt ſchon beweist uns die Erfahrung, daß es Entſtehungsweiſen von Zellen giebt, welche von der oben beſchriebenen in ihrem Mechanismus durchaus verſchieden ſind.

Nach der von dem Begründer der Zellentheorie zuerſt aufgeſtellten Anſicht ſollten ſich die Zellen bei den Pflanzen in folgender Weiſe bilden und vermehren. In der formloſen, körnigen Grundſubſtanz, die man an vielen Orten in werdenden Gebilden findet, und welche man Cytoblastem (Zellenbildungsſtoff) nannte, ſollte ein beſonderes Körnchen ſich vergrößern und einen Anziehungspunkt, ein Kernchen (Nucleolus) bilden, um welchen herum die Körnchen der Grundſubſtanz ſich zu einem rundlichen oder linſenförmigen Körper, einem Kerne (Nucleus) gruppirten. Auf der einen Seite dieſes Kernes ſollte ſich nun eine membranartige Schicht niederſchlagen, welche anfangs dem Kerne eng anliege, allmählich wüchſe, ſich ausdehne und zu einem Bläschen entwickele, an deſſen innerer Seite der Kern dann anhängend gefunden werde. Dieſes Bläschen, die entſtehende Zellenwand, ſollte anfänglich etwa in einem Verhältniſſe zu dem Kerne ſtehen wie das Uhrglas zu dem Körper einer Uhr, und erſt durch das allmähliche Eindringen flüſſigen Inhalts ſollte dies Bläschen ſich vergrößern und nach und nach die Größe erhalten, welche es in gewöhnlichen Zellen beſitzt, wo der Kern nur in unbedeutendem Verhältniſſe zu der Zelle ſteht.

Es ist klar, daß bei dieser Annahme der Zellenbildung anfänglich nur flüssiger Inhalt durch Endosmose in das Innere der Zelle gelangen konnte, und in der That hielt man auch die häufig in dem Zelleninhalte befindlichen Körnchen für Produkte spätern Niederschlags.

Vielfache Untersuchungen haben gezeigt, daß diese sogenannte freie Zellenbildung bei den Pflanzen nur ausnahmsweise bei der Bildung des Pflanzenembryos, sowie bei einigen niederen Pflanzen bei der Bildung der Sporen vorkommt, und daß auch in diesen Fällen die Deutung, wie man sie zuerst gab, insofern verändert werden muß, als der ursprüngliche Zellenkern unter keinen Umständen mit der Zellenwand in Verbindung steht, sondern mit anderen Substanzen zugleich von derselben umschlossen wird, so daß sogar bei der freien Zellenbildung dennoch die ganze Entstehung auf der peripherischen Umbildung einer Zellenwand um eine kernhaltige Substanzkugel beruht. Bei dem gewöhnlichen Vegetationsprozesse findet aber die Bildung neuer Zellen stets durch Theilung der vorhandenen vegetabilischen Zellen Statt und diese Theilung scheint immer von der Zellenwand selbst auszugehen.

Die Uebertragung dieser Verhältnisse von den Pflanzen auf die Thiere ist gewiß nicht so einfach, wie man sich in dem ersten Enthusiasmus über die Auffindung der Zellentheorie im Allgemeinen einbildete. Die Vermehrung der thierischen Zellen im Allgemeinen ist in großes Dunkel gehüllt, und noch immer genügen die vorhandenen Beobachtungen nicht, um hier Genaueres feststellen zu können. Die bewährtesten Beobachter können noch nicht sagen, auf welche Weise sich die Blutzellen in dem Körper des Erwachsenen erneuern und ausbilden, und ebenso wissen die Embryologen wenig oder nichts zu sagen von der Art und Weise, wie sich die Zellen, welche aus den Furchungskugeln hervorgehen, und die Zellen der einzelnen Organgebilde vermehren. Man kann vielleicht die bis jetzt beobachteten Thatsachen in ähnlicher Weise, wie bei den Pflanzen, hauptsächlich auf zwei Vermehrungsweisen der Zellen zurückführen, auf die Spal-

tung und Theilung der Zellen einerseits und auf die Bildung von Zellen um einen zusammengeballten Inhalt anderseits. Bei der ersten Weise soll überall der Kern das bedingende Element sein, indem er sich verlängert, endlich in zwei Hälften auseinanderrückt und dann die Zellenmembran sich so einschnürt, daß nach und nach aus einer ursprünglichen Zelle zwei neue gebildet werden. Die Bildung um einen Inhalt findet meistens innerhalb einer alten Zelle Statt. Auch hier soll sich der Kern der Mutterzelle zuerst theilen, dann in einiger Entfernung um die getheilten Kerne die jungen Zellenmembranen entstehen, die zugleich Kern und Inhalt einschließen, und endlich durch Verschwinden der alten Zellenmembran die neuen Zellen hervorgehen.

In manchen Geweben bilden sich Zellen auf die Weise, daß anfänglich innerhalb einer homogenen Grundsubstanz sich äußerst kleine Bläschen bilden, die sich allmählich vergrößern, die Grundsubstanz verdrängen oder durch Endosmose in sich aufnehmen, und endlich vollkommen polyedrische Gestalt annehmen, wie man sie in dem Pflanzenzellgewebe zu sehen gewohnt ist. In diesen durch allmähliche Ausdehnung entstandenen Zellen findet sich meist gar kein Kern, und wenn ein solcher vorhanden ist, so zeigt er sich nur in den ganz ausgebildeten Zellen als kleines, blasses Körperchen.

Wir beobachten in den Zellen eine Menge eigenthümlicher Erscheinungen, welche hauptsächlich der Zellenwand angehören und darauf hinführen, die Zelle gleichsam als einen für sich bestehenden Organismus anzusehen, der ein eigenthümliches Leben hat, welches sich durch Wachsthum in bestimmten Richtungen, durch Veränderungen der im Innern enthaltenen Gebilde, durch Aufnahme und Abgabe gewisser Stoffe, endlich sogar manchmal durch Bewegungserscheinungen und durch einen bestimmten Lebenscyclus kund giebt, in Folge dessen die Zelle entsteht, sich ausbildet, in andere Elementartheile übergeht, oder auch der endlichen Auflösung anheimfällt. Freilich entwickelt sich eine jede Zelle nach dem Typus des Organismus, welchem sie angehört,

und in Beziehung zu dem Organe, von welchem ſie einen Theil ausmacht; allein ihr Leben iſt dennoch in manchen Beziehungen unabhängig von der Exiſtenz dieſes Organismus, und kann oft noch eine Zeit lang auch ohne den Zuſammenhang mit demſelben fortbeſtehen. Ich weiß kein beſſeres Bild zur Verſinnlichung des Lebens eines aus Zellen zuſammengeſetzten Organismus, als die Vergleichung mit einem Bienenſtocke. Jede Arbeiterbiene iſt durch ihren Inſtinkt, durch die Organiſation ihres geſammten Körpers darauf angewieſen, die Honigkuchen nach einer beſtimmten Norm zu verfertigen und aufzubauen. Jede derſelben iſt an ihren Stock gefeſſelt und baut nur dann in dieſem Stocke, wenn ihre Königin darin weilt. Trotz dieſer Unterordnung unter das Ganze iſt dennoch jede Biene frei, den Honig, das Wachs, kurz alle nöthigen Materialien da zu holen, wo es ihr gefällt, und in ſolcher Menge herbeizubringen, als ſie zweckmäßig findet. In gewiſſer Weiſe ähnlich verhalten ſich auch die Zellen, welche einen werdenden Organismus bilden. Sie entwickeln ſich nach beſtimmten Normen, die dem Typus, welchem der Organismus angehört, entſprechen; allein in dieſem Streben, in dieſem Zuſammenwirken zur Bildung des Ganzen führt eine jede Zelle ein mehr oder weniger beſchränktes individuelles Leben, das je nach beſonderen Verhältniſſen modificirt werden kann.

Von weſentlicher Wichtigkeit für das Leben der Zellen ſind die Veränderungen, welche wir im Inneren derſelben erfolgen ſehen, die Umwandlungen, welche der Inhalt ſelbſt erfährt; Erſcheinungen, die beſonders von der Zellenwand auszugehen ſcheinen. Schon die einfachen endosmotiſchen Prozeſſe, welche bei allen thieriſchen Membranen vorkommen, zeigen ſich auch bei den Zellen, die in nicht concentrirten Flüſſigkeiten aufſchwellen und ſelbſt berſten, in concentrirten dagegen durch Abgabe von Flüſſigkeit einſchrumpfen und ſich runzeln; allein außer dieſen Phänomenen kommt der Zellenwand auch noch eine eigenthümliche Einwirkung auf die Flüſſigkeiten zu, von denen die Zelle umſpült wird. Wir haben ſchon bei der Betrachtung der Ab-

sonderungsthätigkeit die Frage besprochen, ob die in den Drüsengängen vorhandenen Zellen die Sekretionsstoffe in sich erzeugen, oder sie nur einfach aus der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit aufnehmen. Wir haben uns für die letztere Annahme erklärt aus dem Grunde, weil man einzelne Sekretionsstoffe im Blute nachweisen kann; zu gleicher Zeit aber zeigten wir, daß diese Anziehungskraft für einzelne Stoffe, welche die Zellenwand besitzt, von der Fähigkeit, diese Stoffe neu zu bilden, nur sehr wenig abstehe. Jede Zelle ist so gleichsam ein specifisches Filtrum für gewisse Stoffe, und zeigt ihre Lebensthätigkeit eben darin, daß sie in einer Auflösung verschiedenartiger Stoffe nur diejenigen anzieht und in sich hinein filtrirt, welche ihrer Natur nach zu der Zellenwand in einem gewissen Verhältniß stehen. So ziehen die Blutkörperchen aus dem Blute allen Blutfarbestoff an sich, die Nierenzellen aus demselben Blute den Harnstoff, die Leberzellen den Gallenfarbstoff — alles Stoffe, welche man im normalen Zustande nur in diesen Zellen findet und die oft nur in unbestimmbarer Menge in dem Blute enthalten sind.

Nicht nur bei dieser Aufnahme besonderer specifischer Stoffe zeigt sich aber die Zellenwand besonders interessirt, sondern auch bei manchen anderen Erscheinungen. So geht die allmähliche Verflüssigung des Inhaltes bei den mit grobkörnigem Gehalte versehenen Zellen stets von der Zellenwand aus; die Körner verschwinden zuerst in der Nähe derselben, so daß platte Zellen wie ein Ring aussehen, der mit einem hellen Rande umgeben ist, und zuletzt erst lösen sich diejenigen Körner auf, welche den Kern umgaben. Der Niederschlag von körnigen Massen in Zellen mit anfänglich flüssigem Inhalt geht den umgekehrten Weg; zuerst sammeln sich die Körner um den Kern und allmählich nur nähern sie sich der Peripherie. Oft verdicken sich die Zellen in der Art, daß sich allmählich neue Schichten an die Zellenwand anlegen; die Zellenwand selbst leistet mit dem Alter größeren Widerstand gegen chemische Reagentien, löst sich schwerer in Essigsäure z. B. auf. Alle diese Thatsachen be-

weiſen, daß die Zellenmembran in den Lebenserſcheinungen der Zellen die bedeutendſte Rolle ſpielt und daß ſie beſonders der Sitz derſelben iſt.

In gewiſſen Zellen erreicht die Zellenwand den höchſten Grad der Ausbildung, indem ſie wirklich Contraktilität erhält und bewegungsfähig wird. Die Wimpern der Flimmerzellen ſind nur Ausfaſerungen der Zellenwand, welche beweglich werden. Die Unabhängigkeit ſolcher Wimperzellen kann ſo weit gehen, daß ſie förmlich ſich losreißen und frei umher bewegen, wie man dies namentlich bei den Wimperzellen von Schneckenembryonen beobachtet hat. Von dieſer freien Beweglichkeit der Wimperzellen zu der gänzlichen Befreiung der Zellen iſt nur ein Schritt, der in der That in der Natur auch gethan ſcheint. Schon die obenerwähnten losgeriſſenen Wimperzellen gleichen ſo vollkommen manchen Infuſorien, daß ihr Entdecker ſie wirklich als Thiere betrachten wollte. Die neueren Unterſuchungen haben nun gelehrt, daß es in der That manche niedere Thiere giebt, welche nur von einer einzigen Zelle gebildet werden, ſo daß die Zelle alſo nicht nur Bewegung, ſondern auch Empfindung beſitzt. Viele ſogenannte polygaſtriſche Infuſorien ſind Zeitlebens nichts anderes als eine einfache thieriſche Zelle, mit Empfindung und Bewegung begabt. Andere Thiere ſind nur während einer gewiſſen Zeit auf dieſer Stufe der Bildung, über die ſie ſich ſpäter hinausſchwingen. So ſind die meiſten ſogenannten beweglichen Keimſchläuche, deren wir oben bei der Ammenzeugung gedachten, nur einfache thieriſche Zellen mit Empfindung und Bewegung, welche in ihrem Inneren die Brut der Jungen erzeugen. Dieſen Keimſchläuchen ähnlich ſind die ſogenannten Gregarinen, eigenthümliche Schmarotzer, welche nur einzellige Uebergangsformen höher gebildeter Schmarotzer ſind. Das Ei endlich iſt in ſeinem urſprünglichen Zuſtande ebenfalls nichts anderes als eine Zelle; der Keimfleck das Kernchen, das Keimbläschen der Kern, der Dotter der Inhalt, die Dotterhaut die Zellenwand. Es zeigt ſich aber in dieſen Verhältniſſen, die wir nur andeuten können, wieder recht deutlich die allmähliche Unter-

ordnung der Zelle unter das Ganze des Organismus. Bei den niederſten Thieren iſt die Zelle ſelbſt der Geſammtorganismus; eine Stufe höher bildet die Zelle den Organismus nur während einer Uebergangsperiode, beſitzt aber auch dann noch alle animaliſchen Funktionen, Empfindung und Bewegung; noch weiter aber iſt der Organismus urſprünglich eine unbewegte Zelle, dann ein Zellenhaufen, deſſen einzelne Glieder ſich trennen, Bewegung erhalten und eine Zeit lang ein eigenes Leben führen können; endlich bei den höchſten Thieren wird die Eizelle nicht beweglich, aus dem ſpäteren Zellenhaufen können ſich die einzelnen Elemente nicht loslöſen, um ein ſelbſtſtändiges Leben während einiger Zeit zu führen, und die Bewegung wird nur einzelnen beſtimmten Zellen zuertheilt, während die meiſten durch Metamorphoſen ihrer urſprünglichen Natur entfremdet und in andere Gewebtheile übergeführt werden, die mehr noch als die einfache Zelle von dem Organismus im Ganzen abhängig ſind.

Dieſe Umwandlungen der Zellen im Einzelnen zu verfolgen, würde uns hier zu weit führen. Es kommen dieſelben zu Stande theils durch einſeitiges Auswachſen nach verſchiedenen Richtungen, wodurch geſchwänzte, birnförmige, ſpindelförmige, cylindriſche Geſtalten erzeugt werden, die endlich in ſolide Faſern ſich ſpalten oder auch durch Aneinanderwachſen in Röhren ſich umwandeln; theils auch durch innere Anlagerung von Schichten und Faſern, und theils wieder durch Aufnahme verſchiedener Stoffe, Auflöſung der Wände, der Kerne und dergleichen mehr. Alle dieſe Verwandlungen bieten einen großen Reichthum an Erſcheinungen dar; ſie ſind in jedem Gewebe anders und ich müßte die mikroſkopiſche Anatomie ſämmtlicher einzelner Organe und die Entſtehungsgeſchichte der einzelnen Gewebtheile darſtellen, wenn ich alle dieſe Metamorphoſen näher berühren wollte, die im Ganzen darauf hinauslaufen, die ſelbſtſtändigen Lebenserſcheinungen, welche die Zelle zeigte, zu vernichten und dieſelbe ganz dem allgemeinen Leben des Organismus unterzuordnen.

Mit dieſer Vernichtung des ſpeziellen Zellenlebens im Organismus gewinnen aber die außerhalb der Zelle befindlichen

Stoffe eine größere Bedeutung. Die Zellen sind, bei den Thieren sowohl wie bei den Pflanzen, durch eine formlose, bei ersteren mehr flüssige Substanz mit einander verbunden, die sogenannte Intercellularsubstanz, welche dann mit dem Cytoblasteme gleichbedeutend wird, wenn in ihr Zellen entstehen. Bei den Pflanzen spielen ferner die Intercellularräume eine große Rolle, leere Räume, welche sich zwischen den einzelnen Zellen hinziehen und meist mit cirkulirendem Safte gefüllt sind. Diese Substanzen und Räume zwischen den Zellen bekommen bei den Thieren erst dann ihre Wichtigkeit, wenn die Zellennatur der Gewebe durch die späteren Metamorphosen zu schwinden beginnt. Die größeren Blutgefäße nämlich, die Drüsengänge ohne Ausnahme, sind ihrer Entstehung nach nur Intercellularräume, entstanden durch das Auseinanderweichen ursprünglich compakter Zellenmassen, und das Blut, wie die verschiedenen Sekretionsflüssigkeiten sind, ihrem Ursprunge nach, nur flüssige Intercellularsubstanz. Wir werden bei der Bildung der Blutgefäße, bei der Entstehung der Drüsengänge näher hierauf eingehen und namentlich sehen, daß die Cirkulation des Blutes erst dann in ihre, für den Körper so wichtige Stelle eintritt, wenn die ursprüngliche Zellenstruktur des Embryo untergeht, und daß die Anlagen der Organe ganz ohne Intervention der Cirkulation sich aus Zellen aufbauen, welchen in der ersten Zeit alle Funktionen zukommen, die später durch die Blutflüssigkeit vermittelt werden.

Zweiundzwanzigster Brief.

Das Ei und seine Hüllen in der Gebärmutter.

Wir haben in dem vorigen Briefe das Ei bis zu dem Augenblicke verfolgt, wo die Furchungskugeln, auf ihren kleinsten Durchmesser reducirt, sich mit Membranen umgaben und so als wirkliche Zellen hinstellten. Die Dottermasse im Ganzen hat in diesem Momente, wo das Ei in den Uterus eintritt, ihre ursprüngliche kugelige Gestalt wieder gewonnen, und nur die warzenartigen Erhöhungen auf der Oberfläche deuten bei dem unverletzten Eie darauf hin, daß der Dotter auf diesem letzten Stadium der Furchung noch aus kugeligen Elementen zusammengesetzt sei. Sobald die Furchungskugeln sich einmal in Zellen umgewandelt haben, treten bald die Funktionen der Zellenwände auf, wodurch die äußere Struktur der Zellen und die Natur ihres Inhaltes verändert wird. Die Zellen der Säugethiereier drängen mehr und mehr nach der Peripherie, während im Inneren Flüssigkeit sich ansammelt und das Ei durch Einsaugung von außen an Umfang zunimmt. Die Zellen haften zugleich durch ihre Oberfläche fester an einander, wie wenn sie mittelst einer lebenden Intercellularsubstanz an einander geleimt wären. Sie zerfallen nicht mehr bei dem Oeffnen des Eies, wie früher die Furchungskugeln, sondern bilden nun eine zusammenhängende, hautartige Ausbreitung, in welcher sie sich durch den gegenseitigen Druck abplatten und sechseckige Gestalten annehmen, so daß eine solche Zellenlage, von der Fläche aus gesehen, etwa das Ansehen

eines alten Fenſters bietet, in welchem kleine ſechseckige Scheiben durch Bleiſtäbe mit einander verbunden ſind. Dieſes Hindrängen der Zellen nach der Peripherie erreicht ſeinen endlichen Gipfelpunkt in der Bildung der erwähnten hautartigen Ausbreitung, welche der inneren Fläche der Zona hart anliegt und aus den ſchönſten ſechseckigen plattgedrückten Pflaſterzellen beſteht, die man ſehen kann. Jede dieſer Zellen hat einen centralen hellen Kern, das urſprüngliche helle Bläschen der Furchungskugel. Der körnige Inhalt iſt anfangs gleichmäßig in der Zelle vertheilt, bald aber beginnt die allmähliche Aufſaugung dieſer dunkleren Körnchen von der Zellenwand her, und da die Zelle ſelbſt abgeplattet iſt, ſo zeigen ſich die am längſten perſiſtirenden Körner in Geſtalt eines Ringes körniger Subſtanz, welcher um den hellen Kern gruppirt iſt.

Während dieſe Veränderungen in den Zellen ſelbſt vorgehen, hat ſich das Ei durch Aufnahme von Flüſſigkeit in das Innere mehr und mehr vergrößert und die Zona ſelbſt in bedeutendem Grade ausgedehnt. Wenn die Zona anfangs unter dem Mikroſkope als ein verhältnißmäßig ſehr dicker, glänzender Ring erſchien, der ſich um die Dotterkugel legte, ſo zeigt ſie ſich jetzt, wo das Ei in dem Uterus befindlich iſt, als eine zarte

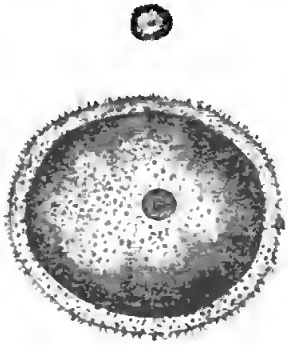


Fig. 33. Ein Hundeei aus dem Uterus, in natürlicher Größe und vergrößert. Das Ei beſteht aus zwei ineinander geſchachtelten häutigen Blaſen — die äußere, die übermäßig ausgedehnte Zona iſt mit den Anfängen der Zotten beſetzt; die innere oder Keimblaſe iſt durch einen Zwiſchenraum vom Chorion getrennt. Man ſieht in der Mitte die dunkle Zellenanhäufung (Fruchthof), wo der Embryo ſich entwickelt.
a. Zottige Zona. b. Keimblaſe. c. Fruchthof.

Membran, die ſo dünn iſt, daß ſie keine doppelten Contouren mehr bemerken läßt. Durch dieſe allmähliche Ausdehnung der Zona, welche ſich während des Furchungsprozeſſes ausbildete, durch die Umwandlung der Furchungskugeln in Zellen und die Anlagerung dieſer Zellen zu einer continuirlichen peripheriſchen

Schicht, zu einem Hautſacke, welcher eine helle Flüſſigkeit einſchließt, hat das Ei in dem Uterus ein durchaus verändertes Anſehen bekommen. Es iſt faſt durchſichtig, von der Größe eines Stecknadelkopfes und aus zwei dünnen, in einander geſchachtelten Membranen zuſammengeſetzt, von welchen die äußere, ſtrukturloſe, die ſehr verdünnte Zona darſtellt, während die innere aus den zuſammengebackenen Zellen beſteht. Wir nennen dieſe innere aus Zellen zuſammengeſetzte Membran die Keimblaſe, oder noch beſſer, um Verwechslung mit den Keimbläschen zu verhüten, die Keimhaut, indem in dieſer Zellenausbreitung die erſten Embryonalbildungen ſich entwickeln.

Das Ei des Meerſchweinchens, welches überhaupt manche ſonderbare Eigenthümlichkeiten vor anderen Säugethieren voraus hat, zeichnet ſich auch dadurch beſonders aus, daß ſeine äußere Hülle, die Zona, in der Gebärmutter gänzlich verloren geht, ſo daß das Ei dann nur einen einfachen Zellenkörper darſtellt, der mit der Schleimhaut der Gebärmutter ſelbſt verwächſt, ohne daß ſich eine äußere Hülle um ihn herum bildete.

Von Anfang an, ſobald einmal die Keimhaut in der ganzen Peripherie des Eies gebildet iſt, erkennt man, daß nicht alle Zellen zur Bildung derſelben verwendet wurden, ſondern daß an einem gewiſſen Orte noch Material in dunklen Zellen angehäuft iſt, welches einen rundlichen, unbeſtimmt begränzten Haufen an der inneren Wand der Keimhaut bildet. Während in den abgeplatteten Zellen der Keimhaut die dunklen Körnchen bis auf eine Ringſchicht um den Kern verſchwunden ſind, zeigen ſich in dieſer Anhäufung die Zellen noch in ihrer urſprünglichen Form als rundliche Blaſen, die mit körniger Maſſe durchaus angefüllt ſind, ſo daß ſie noch den urſprünglichen Furchungskugeln in jeder Beziehung weit mehr gleichen, als die hellgewordenen abgeplatteten Zellen der Keimhaut. Die erwähnte Zellenanhäufung, die wir fortan den Fruchthof nennen werden, iſt die Bildungsſtätte des zukünftigen Embryo. Sie iſt der Mittelpunkt, von welchem aus die Bildung des neuen Weſens fortſchreitet, und die dort angehäuften Zellen ſind das Material,

aus welchem die erſten Formgeſtaltungen des Embryo ſich aufbauen. Alle Neubildungen, welche wir in dem Folgenden beſchreiben werden, und aus deren fortſchreitender Aufeinanderfolge der Embryo ſich zuſammenſetzt, beginnen zuerſt im Fruchthofe, und viele ſogar überſchreiten denſelben nie. Die ſonſtige, von dem Dotter übrig gebliebene Flüſſigkeit, welche innerhalb der Keimblaſe abgelagert iſt und eine gelatinöſe dickliche Beſchaffenheit zeigt, iſt, wie es ſcheint, nur dazu beſtimmt, bei dem Aufbaue des Zellenmaterials hülfreiche Hand zu leiſten. Sie wird allmählich bis auf einen kleinen Reſt aufgeſaugt, während dem ſich ſtets neue Zellenſchichten zur Bildung der Organe in dem Fruchthofe ablagern.

Dieſe ſucceſſive Anlagerung, dieſes Wuchern der Zellenmaſſen, welche den Körper des Embryo zuſammenſetzen ſollen, zeigt offenbar eine fortſchreitende Ausbildung von Außen nach Innen. Die peripheriſchen Zellen ſind ſtets in ihrem Ganzen weit mehr vorangeſchritten, als die nach innen gegen das Centrum des Eies gelegenen, und man kann im Durchſchnitt behaupten, daß in der ganzen embryonalen Entwickelung ein Organ oder eine Zellenſchicht um ſo weiter fortgeſchritten ſei, je näher nach der Peripherie zu ſich dieſelbe befinde. Betrachtet man dieſe Tendenz in Bezug auf das Ei in ſeinem Ganzen, ſo ergäbe ſich daraus das Fortſchreiten der bildenden Kraft von außen nach innen, von der Peripherie nach dem Centrum hin. Allein es iſt wohl zu bedenken, daß überhaupt die embryonalen Bildungen ihren Mittelpunkt nicht in dem Inneren des Eies, ſondern an der Stelle finden, wo das Keimbläschen im unbefruchteten Eie eingebettet lag, und daß, der früheren Bildung des Eies zufolge, der Dotter excentriſch um dieſen Ort der Embryonalbildung herumlag. Für die embryonalen Bildungen iſt dieſe Stelle der Mittelpunkt, von welchem aus ſie nach allen Richtungen hin fortſchreiten, ſowohl gegen das Centrum des Eies hin, als auch ſtrahlenförmig nach allen Richtungen auf der Oberfläche der Keimhautblaſe. In dem Ei läßt ſich ſomit eine doppelte Bildungsrichtung unterſcheiden — die Herſtellung des

Materials, welche, von Außen nach Innen fortſchreitend, ſtets neue Schichten an den Embryo anlegt — und der Aufbau dieſes Materials zu Organen, die von der Embryonalaxe nach der Peripherie hin ausſtrahlt. Nicht mit Unrecht kann man deshalb den Embryo einem paraſitiſchen Weſen vergleichen, deſſen Keim an einer gewiſſen Stelle in das Ei eingebracht wurde, und der ſich nun von dieſer Stelle aus nach allen Seiten hin wuchernd über das Ei ausbreitet, daſſelbe in ſeinem kräftigen Wachsthume umſchlingt und allmählich in ſich aufnimmt.

Die erſte Bildung, welche man in der dunklen Zellenanhäufung des Fruchthofes unterſcheiden kann, iſt eine Spaltung deſſelben in zwei concentriſch über einander liegende Zellenanhäufungen. Der Fruchthof beſteht alsdann aus einer doppelten Lage von Zellen. Die äußere dieſer Lagen, welche die dickere iſt, geht an den Rändern unmittelbar in die polyedriſchen, abgeplatteten Zellen der Keimhaut über, ſo daß dieſe letztere, die in der ganzen Peripherie des Eies aus einer einfachen Zellenlage beſteht, in dem Fruchthofe gleichſam ſchildförmig verdickt erſcheint. Die innere Lage von Zellen läßt ſich anfangs nur an dem Fruchthofe unterſcheiden, bald aber dehnt ſie ſich aus, wuchert unter der äußeren Keimhautlage fort und überzieht allmählich das ganze Ei, bis ſie an dem dem Fruchthofe gegenüber liegenden Pole ſich zu einer ſackförmigen Blaſe zuſammenſchließt. Die Zellen dieſer inneren Lage ſind dunkler, körniger, als die der äußern, und ihre Gränze läßt ſich ſonach ziemlich leicht unterſcheiden. Man hat Eier beobachtet, in welchen dieſe innere Zellenlage nur ein Drittel oder die Hälfte der Kugel bedeckte, während ſie an andern Eiern dieſelbe gänzlich umſchloß. Sobald dieſe Umſchließung beendigt iſt, findet ſich demnach die Keimhaut aus zwei ineinander geſchachtelten Säcken zuſammengeſetzt. Man hat dieſe Säcke unter dem Namen der Keimblätter bezeichnet, und zwar hat man das äußere Blatt das animale oder ſeröſe Blatt, das innere das vegetative oder Schleimblatt genannt. Das Ei beſteht ſonach, ſobald die Bildung dieſer beiden Blätter vollendet iſt, aus einer inneren klaren,

zähen Dotterflüſſigkeit, welche von drei concentriſchen Säcken in Kugelgeſtalt eingeſchloſſen wird. Der äußerſte dieſer Säcke iſt eine ſtructurloſe feine Membran, die übermäßig ausgedehnte Zona. Die beiden inneren Säcke, die Keimblätter, ſind aus Zellenlagen gebildet, welche beide an der Stelle des Fruchthofes verdickt ſind, und dieſe beiden nur ſind es, welche an der Bildung des Embryo Antheil nehmen.

Die Entwickelungsgeſchichte des Embryo hat erſt in der neuern Zeit mit dem Anfange unſeres Jahrhunderts diejenige Anerkennung gefunden, welche ihr gebührt. Da man im Anfange die Schwierigkeiten, welche ſich der Unterſuchung des Säugethiereies entgegenſtellen, nicht gehörig zu überwinden verſtand, ſo wählte man das Ei des Vogels und namentlich des Huhns zu den Beobachtungen, weil man durch zweckmäßige Bebrütung ſich ſtets Eier in einem gewiſſen Stadium der Entwickelung verſchaffen konnte. Auch hier erkannte man die Anlage der Keimhaut und ihre Bildung aus mehreren Blättern, und da man zugleich bemerkte, daß jedes dieſer Blätter eine beſondere Gruppe von Organen des embryonalen Leibes aus ſich entwickelte, ſo ſtellte man für die einzelnen Blätter allgemeine Schemata auf und behandelte die Entwickelungsgeſchichte der Embryonen nach dieſer ſchematiſchen Grundabtheilung. Die Beobachtung, die ſeither von allen vorurtheilsfreien Forſchern beſtätigt wurde, hatte gelehrt, daß die Keimanlage aus zwei Blättern, einem oberen und einem unteren, beſtehe. Man überzeugte ſich, daß der hauptſächliche Herd der erſten Blutbildung, wie wir ſpäter ſehen werden, zwiſchen dieſen beiden Blättern ſich befinde, und man nahm deshalb an, daß noch ein drittes Blatt, das Gefäßblatt, zwiſchen dem ſeröſen und dem Schleimblatt ſich entwickele und ſeinen Antheil an der Bildung des Embryo nehme. Aus dem ſeröſen Blatte, ſagte man, entwickeln ſich die ſämmtlichen Organe des animalen Syſtems: Gehirn und Rückenmark, Skelett, Muskeln und Haut; aus dem Gefäßblatte das Herz mit den Gefäßen und dem Blute; aus dem Schleimblatte endlich

alle vegetativen Organe, nämlich der Darmkanal mit ſeinen drüſigen Anhängen, den Lungen, der Leber u. ſ. w.

Um das Verhältniß dieſer einzelnen Blätter zu der Lagerung der Organe ſich näher zu veranſchaulichen, ſtelle man ſich einen Augenblick vor, der Körper des Menſchen ſei von dem Munde an bis zu der Schambeinfuge durch einen ſenkrechten, in der Mittellinie geführten Schnitt aufgeſchlitzt, und die Höhlen der Bruſt und des Unterleibes auf dieſe Weiſe geöffnet worden. Man ſtelle ſich vor, als ſei ſo mit einem menſchlichen Leichnam verfahren worden, wie man einem geſchlachteten Thiere den ganzen Leib aufbricht, um die Eingeweide herauszunehmen. Zur Vervollſtändigung des Bildes endlich nehme man an, daß der ſo behandelte Leichnam mit der aufgeſchnittenen Bauchfläche über eine Kugel hinübergeſpannt ſei, welche von den aufgeſchnittenen Wänden der Bruſt und des Bauches zum Theil umfaßt wird. In welcher Lagerung werden ſich nun nach ſolcher Behandlung des menſchlichen Körpers die einzelnen Theile zeigen?

Als äußere Theile werden ſich zu erkennen geben der Rückgrat mit dem Kopfe, mit den Gliedern, mit den Muskelmaſſen und Knochen, welche den Stamm zuſammenſetzen. Gehirn und Rückenmark erſcheinen als die äußerſten Organe, nur überdeckt von der Haut, von den Muskeln und den Knochen, welche ihnen zur Umhüllung dienen. Unmittelbar unter dem Rückenmark nach innen gegen die Kugel zu krümmt ſich die Wirbelſäule um dieſe herum, und als ſeitliche Ausſtrahlungen dieſer gekrümmten Axe zeigen ſich die Glieder, Arme und Beine. Alle dieſe Organe entſprechen dem peripheriſchen Blatte der Keimhaut; ſie entſtehen aus dieſem animalen oder ſeröſen Blatte und zeigen deshalb auch eine äußerliche Lage, ſobald man eben den Leib des Erwachſenen in diejenige Lage bringt, welche der Lage des Embryo im Verhältniß zu dem Dotter entſpricht. Zwiſchen den erwähnten Organen und der Kugel, auf welcher wir den Leib ausbreiteten, befinden ſich nun die Eingeweide, welche die Höhlen der Bruſt und des Bauches erfüllen, nach vornhin das Herz in unmittelbarer Berührung der Kugel, und über ihm die Lungen,

Luft- und Speiseröhre, weiter nach hinten hin der Darm mit seinen Drüsen, und darüber zunächst an der Wirbelsäule die Harnorgane und die inneren keimbereitenden Organe des Geschlechtssystems. Alle diese Eingeweide sind zwischen den animalen Organen und der Kugel ausgebreitet. Sie bilden eine Schicht, die im Verhältniß zu den animalen Organen eine innere Schicht ist und somit dem Schleimblatte der Keimhaut entspricht. Man spaltete, den Schematismus allzuweit treibend, diese Schicht von Organen noch in zwei besondere Blätter, indem man das Herz und die Harn- und Geschlechtsorgane mit den längs der Wirbelsäule laufenden großen Gefäßstämmen dem Gefäßblatte, die übrigen Organe dem Schleimblatte zuwies.

Die Präparation und Lagerung des Körpers, welche wir bisher beschrieben, sollte jeder meiner Leser sich wohl veranschaulichen und in das Gedächtniß prägen, da sie ein Bild der embryonalen Lagerung giebt und stets die verschiedenen Verhältnisse klar machen hilft, welche bei der successiven Entwickelung der Organe auftreten. Die Kugel, über welche wir uns den Leib gespannt dachten, soll den Dotter repräsentiren. Die Embryonen aller Wirbelthiere ohne Ausnahme sind mit der Bauchfläche um den Dotter herum gekrümmt, während die Rückenfläche in Beziehung zu der Dotterkugel eine peripherische Lagerung hat. Der Embryo der Wirbelthiere wächst also mit seiner Bauchfläche um den Dotter herum, und je nach der Verschiedenheit der Verhältnisse wird die Dotterkugel bald ganz von den Bauchwandungen umschlossen, bald nur theilweise, und der Rest in Form einer Blase von dem Organismus gleichsam abgezwackt, um als Dottersack außerhalb der Leibeswand liegen zu bleiben. Diese Lagerung des Embryo im Verhältnisse zum Dotter ist nicht dieselbe bei allen Thieren. Bei den Insekten z. B. krümmt sich der Embryo mit der Rückenfläche um den Dotter, und die Bauchfläche ist im Verhältniß zu diesem peripherisch gelagert. Bei den Kopffüßlern oder Tintenfischen liegt der Dotter in der Axe des Körpers, ist kopfständig, während bei den übrigen Thieren ein solcher Gegensatz sich nicht nachweisen läßt.

Man hat eine Abweichung von dieſer für die ganze Thierwelt charakteriſtiſchen Lagerung der Embryonalgebilde im Verhältniß zu dem Dotter bei dem Meerſchweinchen finden wollen, bei welchem allerdings der Embryo mit dem Rücken gegen eine Blaſe gekehrt iſt, welche aber von den Beobachtern fälſchlich für die Eiblaſe gehalten wurde, während ſie doch aus der Verwachſung des urſprünglichen Schleimblattes mit der Uteruswand hervorgegangen iſt. Die ſcheinbare Ausnahme, welche das Meerſchweinchen macht, beruht nur darauf, daß die ſpäter zu erwähnende Nabelblaſe ſich nicht als Blaſe ausbildet, ſondern im Umkreiſe mit den von der Gebärmutter ausgehenden Gebilden verwächſt und ſo eine nach allen Seiten herabgebogene Haut darſtellt. Im Uebrigen ſchließen ſich die Bauchwandungen bei dem Meerſchweinchen ganz in derſelben Weiſe gegen den Nabelſtrang und die Dottergefäße ab, wie wir dies im Verlaufe dieſes Briefes von den übrigen Säugethieren und den Menſchen darſtellen werden, ſo daß dieſe Ausnahme alſo nur ſcheinbar, nicht wirklich iſt.

Kehren wir nach dieſer Abſchweifung zu den Blättern der Keimhaut zurück, ſo ſehen wir, daß in der neuern Zeit allerdings die Exiſtenz zweier getrennter Keimblätter ſich vollkommen beſtätigte, während diejenige eines beſonderen getrennten Gefäßblattes ſich nicht vollkommen nachweiſen ließ. Selbſt da, wo man dieſes letztere darſtellen konnte, hatte es nur geringe Ausdehnung, beſchränkte Dauer, und erwies ſich mehr als eine von dem Schleimblatte abhängige Blutbildungsſtätte. Die ſchematiſchen Uebertreibungen, womit man dieſe getrennten Lagen organiſcher Zellen, dieſe Keimblätter, zur Bildung der Organe benutzte, ſchadeten ſelbſt der Annahme derjenigen Thatſachen, auf welchen die weit ausgeſponnenen Theorieen beruhten. Man behandelte dieſe Blätter, ſtatt ihre Maſſe nach verſchiedenen Richtungen hin wachſen, hie und dort durch neue Zellenanhäufungen und Anlagerungen vom Dotter her ſich vergrößern zu laſſen, faſt wie Tücher oder Teppiche, die man auf verſchiedene Weiſe faltete, dehnte und zerrte, um dort eine Drüſe, hier eine Röhre,

an einem andern Orte eine hautartige Umhüllung hervorgehen zu laſſen. Solche Uebertreibungen ſind bei fortgeſetzten Unterſuchungen unſerer Zeit fremd geworden, und wir erkennen jetzt in den beiden Keimblättern flächenartig ausgebreitete Zellenanhäufungen, welche einerſeits die Gruppe der animalen, anderſeits diejenige der vegetativen Organe in ſich repräſentiren. Dieſe Organe aber bilden ſich aus durch Wachsthum an beſtimmten Orten, durch Anhäufung verſchiedenartig thätiger Zellen, welche allmählich die Elementartheile ſo aus ſich herausbilden, wie es die Struktur und Geſtalt der betreffenden ſpeziellen Organe erheiſcht. Wenn wir aber dies rege Zellenleben in dem Fruchthofe und der Keimhaut nicht verkennen, ſo gehen wir damit nicht ſo weit, die Theilung der Keimhaut in Blätter zu läugnen; Eines ſchließt das Andere nicht aus und die Theilung der Keimhaut iſt jetzt ſo evident, ſo unwiderleglich bewieſen, daß ein Läugnen derſelben aus theoretiſchen Gründen eine wahre Abſurdität in ſich ſchließt.

Das Ei der Säugethiere befindet ſich ſchon in dem Uterus, ſobald die oben beſchriebenen Veränderungen damit vorgehen. Es beginnt nun die Einleitung zu einer genaueren Verbindung mit der Gebärmutter ſelbſt, und zwar in der Weiſe, daß ſich auf der äußeren Fläche der ſo ſehr verdünnten Zona eigenthümliche Zotten (Fig. 33, S. 515) bilden, welche in die Zotten und Vertiefungen eingreifen, die an der Schleimhaut des Uterus im normalen Zuſtande erblickt werden. Man kann ſich dieſe Verbindung etwa ſo vorſtellen, daß die auf der Zona entwickelten Zotten mit denjenigen des Uterus etwa wie Sägezähne oder wie die Finger zweier in einander verſchobener Hände in einander greifen und durch klebende Subſtanz mit einander verbunden ſind. Anfangs iſt die ganze Oberfläche der Zona mit ſolchen Zöttchen beſetzt, die aber allmählich je nach den verſchiedenen Thiergattungen an verſchiedenen Stellen bei der zunehmenden Ausdehnung des Eies weiter von einander rücken und verſchwinden, während ſie an anderen Stellen ſich häufen, auswachſen und in innigere Verbindung mit dem Uterus treten. Durch die Gefäße, welche ſich in ihnen ent-

wickeln, werden dieſe Zotten die wahren Ernährungsorgane des Fötus. Bei dem Menſchen bleiben ſie nur an einer beſtimmten, meiſt mehr oder minder elliptiſchen Stelle des Eies ſtehen, und bilden hier durch Verwachſung mit den vom Uterus ausgehenden Zotten ein feſtes kuchenartiges Gebilde, den Mutterkuchen, die Placenta oder Nachgeburt. Aus dieſem Mutterkuchen entſpringen einerſeits die Blutgefäße, welche dem Embryo Nährſtoffe zuführen, und anderſeits finden ſich in dieſem Gebilde die Endmaſchen der Uteringefäße, aus welchen der Fötus ſeine Nahrung zieht. Wir werden in der Folge dies wichtige Gebilde noch näher betrachten, machen aber aufmerkſam, daß es eben aus den Zotten entſteht, deren erſte Anfänge auf der Zona überall herum zerſtreut ſich finden.

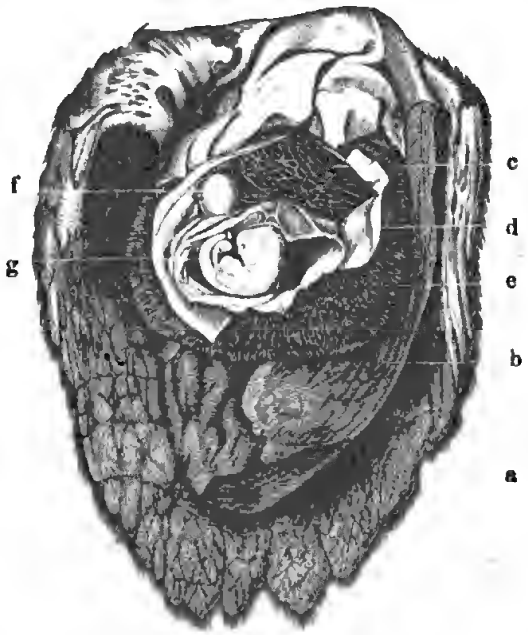


Fig. 34. Ein durch Fehlgeburt abgegangenes menſchliches Ei von etwa zwei Monaten. Die hinfällige Haut bildet einen doppelten, abnormer Weiſe mit Blut unterlaufenen verdickten Sack. In dieſem und am oberen Theile mit ihm verwachſen liegt das zottige Chorion, das durch eine zellig-gelatinöſe Subſtanz vom Amnion oder Schafhäutchen getrennt iſt. In dieſem Raum liegt das Nabelbläschen, das mit ſeinem Stiele in den Embryo übergeht, der in der geöffneten Höhle des Schafhäutchens eingeſchloſſen iſt.

a. Aeußerer, b. innerer Sack der hinfälligen Haut. c. Mit zelliger Sulze erfüllter Raum zwiſchen Chorion und Amnion. d. Innere, e. äußere zottige Fläche des Chorion f. Nabelbläschen. g. Embryo.

Der menſchliche Uterus bereitet ſich zum Empfange des Eies noch auf eine eigenthümliche Weiſe vor, welche ſich in der Thierwelt nur bei den Affen in derſelben Art wiederfindet, während bei den übrigen Säugethieren eigenthümliche Modificationen dieſes Bildungsherganges ſich zeigen. Es bildet ſich nämlich in der innern Höhle der Gebärmutter eine eigenthümliche Haut von flockigem Ausſehen, welche man mit dem Namen der hinfälligen Haut oder der Decidua bezeichnet. Man hat vielfach über die Struktur und Anordnung dieſer hinfälligen Haut geſtritten, ſcheint aber endlich in unſerer Zeit ſich dahin vereinigt zu haben, daß man dieſelbe für die innere Schleimhautſchicht des Uterus hält, welche mit entzündlich-plaſtiſcher Maſſe ſich verbindet, die ihr eigenthümlichen Drüſen ſtärker entwickelt und dadurch jenes weiche netzförmige Ausſehen erhält, welches der hinfälligen Haut zukommt. Die Decidua iſt auf ihrer äußeren, den Uteruswänden zugekehrten Fläche ſtets glatt, während ihre innere Fläche zottig und rauh erſcheint. Bei genauerer Unterſuchung entdeckt man in ihr zahlreiche zarte Blutgefäße und längliche, meiſt cylindriſche Schläuche, die ſich auf ihrer Oberfläche in die innere Höhlung öffnen. Offenbar ſind dieſe Schläuche nichts anderes als die ſehr entwickelten Drüſenſchläuche, welche ſich in der inneren Haut des Uterus befinden, bei der nicht ſchwangeren Gebärmutter aber ſo klein und unausgebildet ſind, daß ſich ihre Exiſtenz bei den meiſten Thieren kaum mit Beſtimmtheit nachweiſen läßt.

Die Bildung der Decidua beginnt und vollendet ſich in dem Uterus, auch in denjenigen abnormen Fällen, wo das befruchtete Ei nicht bis in die Höhle der Gebärmutter gelangt. Man kennt Fälle, wo das Ei nicht von dem Eileiter aufgenommen wurde, ſondern befruchtet in die Bauchhöhle fiel und dort ſich entwickelte (ſogenannte Bauchſchwangerſchaften); andere, wo das Ei im Eileiter zurückblieb und ſich in dieſem ausbildete, ohne bis in den

Uterus vorzurücken; in allen dieſen Fällen fand man dennoch eine hinfällige Haut in der Höhle des Uterus. Dieſe iſt das Produkt des entzündlichen Zuſtandes, in welchen die Gebärmutter durch die Befruchtung verſetzt wird; ſie iſt eine ſelbſtſtändige Bildung des Uterus, und das Eichen findet bei ſeiner Ankunft in der Höhle deſſelben vor der Oeffnung des Eileiters die dort ausgebildete hinfällige Haut, in welche es ſich gleichſam einſäet, wie ein Samenkern in aufgelockertes Erdreich. Das Eichen iſt bei der Ankunft in dem Uterus noch außerordentlich klein, indem es, wie wir oben ſahen, kaum die Größe eines kleinen Stecknadelkopfes beſitzt. Es kann alſo bei ſeinem Eintritte in den Uterus wohl ſchwerlich einen bedeutenden mechaniſchen Eindruck auf die hinfällige Haut ausüben. Es ſchlüpft in eine der Falten oder Vertiefungen der weichen, aufgelockerten Schleimhaut, vielleicht auch in eine Drüſenhöhle, bettet ſich dort ein und wird von den Wucherungen der hinfälligen Haut auf allen Seiten umgeben, ſo daß dieſe eine vollſtändige neue Hülle um das Ei bildet, die ſogar bei denjenigen Säugethieren, bei welchen, wie bei den Meerſchweinchen, die Zona verloren geht, in nähere Beziehung zu dem Ei tritt, während ſie bei den übrigen Säugethieren und bei dem Menſchen durchaus in weiter kein engeres Verhältniß zu den Embryonalbildungen ſelbſt kömmt, ſondern nur als Hülle und Einbettung des Ganzen ſich erhält, weshalb wir ſie auch fernerhin gänzlich außer Acht laſſen können.

Das Ei, welches während der Zeit, wo die Keimhaut ſich bildet, ſicherlich auch beim Menſchen nicht größer iſt, als ein mäßiger Stecknadelkopf, wächst in den erſten Zeiträumen ſeines Aufenthaltes in der Gebärmutter noch hauptſächlich durch Endosmoſe, durch Einſaugung der Flüſſigkeit, welche in ſeinem Umkreiſe durch die entzündliche Aufregung der Geſchlechtstheile in die ſulzigweiche Maſſe der hinfälligen Haut ergoſſen iſt. In den ſpäteren Zeiten aber genügt dieſe Einſaugung nicht mehr, ſondern es wird eine organiſche Verbindung eingeleitet zwiſchen dem Ei und der Gebärmutter mittelſt der Zotten beider Organe, in welche ſich Gefäße hineinbilden. Da wir beabſichtigen,

im Laufe dieſes Briefes noch eine kurze Ueberſicht der Entwickelung des Eies im Allgemeinen zu geben, ſo wird es nöthig ſein, auf die Bildung des Fruchtkuchens und die Funktion dieſes Gebildes etwas näher einzugehen.

Wir ſahen oben, daß die Zotten, welche auf der äußeren Oberfläche des Eies ſich entwickeln, zwiſchen diejenigen der Uterinſchleimhaut eingreifen, und zwar daß ſie bei dem menſchlichen Ei nur an einer beſchränkten Stelle dieſe organiſche Verbindung eingehen. An dieſer Stelle iſt alſo anfänglich nur die äußerere Hülle des Eies, die urſprüngliche Zona, welche man jetzt, nachdem ſich die Zellen entwickelt haben, das Chorion nennt, an den Uterus befeſtigt, während die innerhalb des Chorions befindliche Keimhaut durchaus von aller organiſchen Verbindung mit dem Uterus ledig iſt. Nach und nach, während der Embryo ſich in ſpäter zu beſchreibender Weiſe entwickelt, löſt ſich eine Schicht von Zellen in hautartiger Ausbreitung auf der ganzen äußeren Fläche der Keimhaut los, verwächst mit der

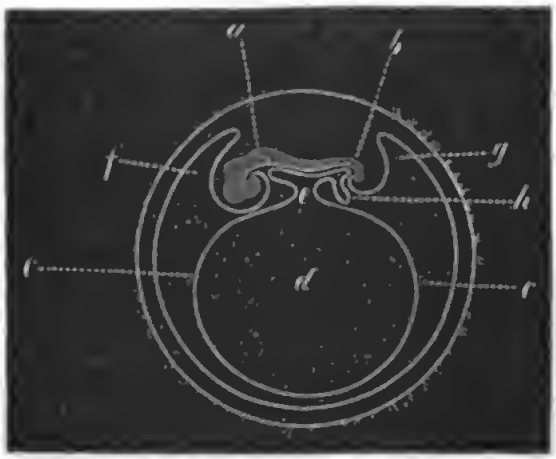


Fig. 35. Schematiſcher Durchſchnitt eines Säugethiereies, um die Bildung der verſchiedenen Hüllen zu veranſchaulichen. a. Kopftheil. b. Schwanztheil des Embryo's. c. Die Dotterhülle, allmählich zur Nabelblaſe auswachſend. d. Der Dotter. e. Der Dottergang, der in den Darm des Embryo's überführt und zum Stiel des Nabelbläschens auswächſt. f. Vordere, g. hintere Falte des Amnions. h. Der Harnſack. Das Ganze iſt vom zottigen Chorion umgeben.

Zona überall und bildet zugleich in höchst merkwürdiger Weise einen ringsgeschlossenen Sack um den Embryo. Dieser Sack, auf dessen Bildung wir später näher eingehen werden, füllt sich mit Flüssigkeit und wird das Amnion oder die Schafhaut genannt. Das äußere Blatt der Keimhaut aber, welches sich eng an die Zona anlegte und sich von der übrigen Dotterkugel entfernte, verwächst vollständig mit der Zona, so daß es mit dieser gemeinsam nur eine einzige dünne Haut darstellt, auf welcher außen die Zotten ansitzen. Bei denjenigen Säugethieren, in deren Eileiter das Ei eine Schicht von Eiweiß umgebildet erhält, verwächst auch dieses mit der Zona, so daß demnach die Zottenhaut, welche das Chorion heißt, aus der Verwachsung des Eiweißes, der Zona und einer von der Keimhaut gelieferten Zellenschicht hervorgegangen ist. Dieser äußere Eisack, das Chorion, die Zottenhaut oder Eihaut (denn alle diese und noch mehr verschiedene Namen trägt diese Haut) ist demnach seiner Entstehung nach ein sehr complicirtes Gebilde, indem ein Theil des ursprünglichen Eies, die Zona, ein von dem mütterlichen Organismus umgebildeter Stoff, das Eiweiß und endlich eine von der Embryonalanlage herkommende Zellenschicht Antheil an seiner Zusammensetzung nehmen. Die Zotten selbst entstehen aus dem Ansatze eigenthümlicher Molekule, welche auf der äußeren Fläche des Chorions sich niederschlagen. Bei ihrer Bildung scheint die Zellenvegetation keine Rolle zu spielen.

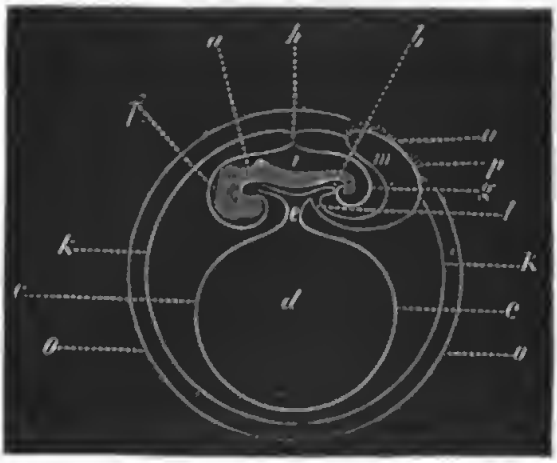


Fig. 36. Schematiſche Figur, ähnlich der vorigen, nur bei weiterer Ausbildung der Hüllen. a. bis g. haben dieſelbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. h. Verwachſungsſtelle der Amnionsfalten über dem Rücken. i. Innerer Sack der Schafhaut. k. Aeußerer Schafhautſack, der ſich an die innere Wand des Chorion o. anlegt und mit ihm verwächſt. l. Stiel des Harnſackes. m. Harnſack. n. Zotten des Harnſackes, aus denen ſich die Placenta bildet.

Der Embryo bedarf zu ſeiner weiteren Ausbildung der Zufuhr von Stoffen von der Mutter, und um dieſe Zufuhr zu bewerkſtelligen, bildet ſich aus ſeinem hinteren Theile eine anfänglich doppelte, dann einfache Blaſe hervor, welche äußerſt gefäßreich iſt und gegen die Stelle hin vorwächst, wo die Zotten des Chorion zwiſchen diejenigen der Gebärmutter ſich hineingebildet haben. Dieſe gefäßreiche Blaſe, die Allantois, der Harnſack oder die Harnhaut genannt, enthält zwei Arterien, welche Blut aus dem Gefäßſyſteme des Embryo erhalten. Dieſe Nabelarterien verzweigen und veräſteln ſich auf der Oberfläche der Harnhaut, und ſammeln ſich endlich wieder in eine oder zwei Nabelvenen, welche das Blut in die Hohlvene des Embryo zurückführen. Sobald der Harnſack die Zotten des Chorions erreicht hat, ſo legt er ſich an dieſe an, und nun bilden ſich Büſchel von Haargefäßen in die einzelnen Zotten hinein. Jede Zotte bildet ſo gleichſam eine vielfach in ſich gewundene Schlinge von Capillargefäßen, durch welche das Blut durchgeht, um aus den Nabelarterien in die Nabelvenen zu gelangen.

Während dieſe Gefäßſchlingen von dem Embryo her ſich in die Zotten des Chorions hineinbilden, hat ſich auch von Seiten des Uterus das Gefäßſyſtem bedeutend entwickelt und in die von der Uterinſchleimhaut ausgehenden Zotten hineingebildet. Hier indeß ſcheint ſich die Ausbildung der Gefäßkanäle in einigermaßen verſchiedener Weiſe zu geſtalten. Die Arterien der Gebärmutter veräſteln ſich freilich, wie gewöhnlich, in ſtets feinere Capillargefäße, allein dieſe Capillargefäße gehen nicht durch allmähliche Erweiterung und Sammlung ihrer Stämmchen in größere Venenzweige über, ſondern ſie erweitern ſich plötzlich zu ziemlich bedeutenden Stämmen, welche die Zotten des Chorion und die

darin befindlichen Büschel von Capillargefäßen von allen Seiten umhüllen. Die schwammige poröse Substanz des Mutterkuchens besteht also ihrer inneren Struktur nach aus den Gefäßbüscheln des Chorions, den arteriellen Gefäßbüscheln der Uterinzotten und den venösen Hohlräumen, in welche diese ihr Blut ergießen, um es sodann durch die Venen der Gebärmutter in die Blutcirkulation der Mutter zurückkehren zu lassen.

Man sieht aus dieser Darstellung, daß das Blut der Mutter mit demjenigen des Embryo in keinem direkten Zusammenhange steht. Die Blutbahn des Embryo ist überall geschlossen, seine Capillaren bilden in den Zotten der Placenta eben so vollkommen geschlossene Röhren oder Schlingen, wie in allen übrigen Organen. Nicht minder ist die Blutbahn der Mutter durchaus in sich abgeschlossen, und eine Wechselwirkung zwischen dem Blute der Mutter und demjenigen des Embryo ist demnach nur möglich mittelst endosmotischen Austausches durch die Gefäßwände beider Cirkulationssysteme. Es können demnach nur flüssige Stoffe aus dem Blute der Mutter in dasjenige des Embryo oder umgekehrt übergehen, und die Ernährung des Embryo kann nur auf die Weise geschehen, daß ein steter Austausch auf endosmotischem Wege Statt findet. Die Wände aller Gefäße aber, welche sich in der Placenta finden, sind außerordentlich dünn und zart, und durch die vielfache Schlängelung der embryonalen Capillaren, sowie durch die allseitige Umspülung ihrer Büschel, sind alle Bedingungen zu einer äußerst raschen und vollständigen Endosmose gegeben. Wir haben in dem Briefe über die Aufsaugung gesehen, daß möglichste Vergrößerung der Oberfläche und Verlangsamung der Strömung die Endosmose außerordentlich befördern. Beide Momente sind durch die eben beschriebenen Einrichtungen in hohem Grade erzielt. Es kann deshalb keinem Zweifel unterliegen und ist auch durch Versuche bestätigt worden, daß die Stoffe, welche im Blute der Mutter aufgelöst sind, äußerst schnell in dasjenige des Embryo übergehen, und daß der Embryo sämmtliche zu seiner Vergrößerung und Entwickelung nöthigen Stoffe der mütterlichen Blutflüssigkeit entzieht.

Die gesammte Ernährung und Absonderung des Embryo beruht demnach auf der Blutcirkulation in dem Fruchtkuchen. Der Embryo hat keine andere Vermittelung mit der Außenwelt, er kann mit der atmosphärischen Luft weder in Berührung kommen, noch Stoffe von Außen aufnehmen, da er gänzlich von einem mit Flüssigkeit erfüllten Sacke, dem Amnios, umhüllt ist. Seine Ernährung geschieht in ganz analoger Weise, wie die eines jeden Körpergewebes. Wir sahen oben bei der Schilderung der einzelnen Vorgänge der Ernährung, daß sowohl die unbrauchbar gewordenen Stoffe, als auch die Gasarten, welche aus der Umwandlung der organischen Substanz hervorgehen, durch die in den Capillaren Statt findenden endosmotischen Vorgänge in die Blutbahn aufgenommen, innerhalb dieser weggeführt und in den Absonderungsorganen aus derselben wiederum abfiltrirt werden. Der Harnstoff und die Kohlensäure, welche aus der Zersetzung des Muskelfleisches hervorgehen, werden durch das Blut weggeführt, und zum Ersatz dafür Sauerstoff und Proteïnsubstanzen herbeigeführt. Ganz so verhält sich auch der Austausch zwischen dem Blute des Fötus und demjenigen der Mutter, welcher in der Placenta Statt hat. Die durch das Wachsthum und die Ernährung der embryonalen Organe gebildeten unbrauchbaren Stoffe und Gasarten werden in aufgelöstem Zustand durch den Blutstrom der Nabelarterien in die Placenta gebracht, und dort mittelst endosmotischer Strömung gegen die im Blute der Mutter enthaltenen brauchbaren aufgelösten Stoffe und gegen den hergeführten Sauerstoff vertauscht. Wer unsere Darstellung der Ernährung der Körpersubstanzen begriffen und gefaßt hat, der braucht an die Stelle dieser Substanzen nur eine flüssige Substanz, das Blut des Embryo, zu substituiren und die Funktion der Placenta wird ihm völlig klar sein. Der Streit, ob die Placenta ein Organ der Ernährung oder der Respiration sei, beruht demnach auf einer völligen Verkennung aller physiologischen Vorgänge. Sie ist beides, ein Organ des Austausches nämlich für alle Stoffe, welche, seien sie

nun gasförmig oder flüſſig, in dem Blute des Embryo einerſeits und demjenigen der Mutter anderſeits aufgelöst ſind.

Der Harnſack, durch welchen die Nabelgefäße zu den Zotten des Chorion geleitet werden, und der deshalb ein äußerſt wichtiges Gebilde für den Embryo iſt, verliert bei den Menſchen ſehr bald ſeine blaſenförmige Beſchaffenheit und verwandelt ſich in einen ſulzigen feſten Strang, welcher ſich auf eine eigenthümliche Weiſe windet, die Nabelgefäße in ſich enthält und der Nabelſtrang genannt wird. Durchſchneidet man den Nabelſtrang eines menſchlichen Embryo in die Quere, ſo ſieht man, daß derſelbe aus einer gelatinöſen Subſtanz gebildet iſt, in der man die Lumina dreier durchſchnittener Gefäße, der beiden Nabelarterien und der meiſt einfachen Nabelvene, erblickt. Durchſchneidet man aber den Nabelſtrang eines Thieres, ſo ſieht man außer dieſen drei Gefäßöffnungen noch in der Mitte des Stranges einen Kanal, der nicht mit Blut, ſondern mit einer wäſſerigen Flüſſigkeit erfüllt und nichts anderes als der hohle Stiel des Harnſackes iſt. Bei den meiſten Thieren nämlich bleibt der Harnſack während des ganzen Embryonallebens als Blaſe beſtehen, und je nach den einzelnen Ordnungen der Säugethiere entwickelt dieſe Blaſe ſich mehr oder minder bedeutend. Bei den Nagern, den Kaninchen und Haſen bildet der Harnſack eine mehr oder minder flaſchenförmige Blaſe, welche etwa in

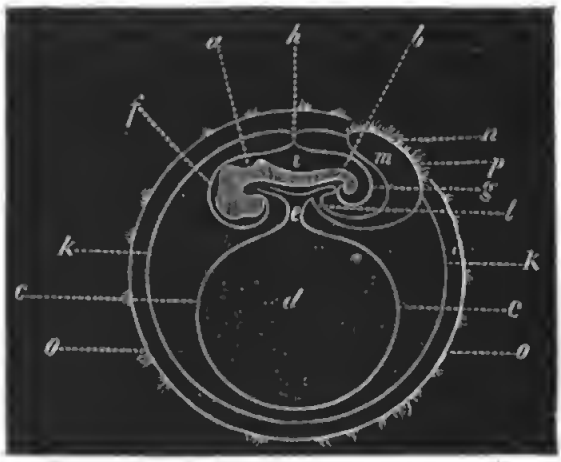


Fig. 37. Schematiſche Figur, den Durchſchnitt eines Säugethiereies darſtellend. a. Kopftheil. b. Schwanztheil des Embryo's. c. Nabelblaſe oder Dotterblaſe. d. Inhalt derſelben, Dotter. e. Dottergang, vom Dotter in den Darm führend. f. Vorderer Theil des Amnios, Kopfkappe. g. Hinterer Theil deſſelben, Schwanzkappe. h. Verbindungsſtelle des Amnios. i. Höhle des Amnios, den Embryo umgebend und mit dem Schafwaſſer gefüllt. k. Aeußere Falte des Amnios, mit dem Chorion o. verwachſend. l. Stiel des Harnſackes. m. Höhle des Harnſackes, mit Flüſſigkeit gefüllt. n. p. Mutterkuchen, aus den Gefäßzotten des Harnſackes und denen der Gebärmutter gebildet.

dem verhältnißmäßigen Umfange bleibt, den der Harnſack bei dem menſchlichen Embryo in der früheſten Zeit erhält. Deshalb haben dieſe Thiere auch wie der Menſch eine einfache kuchenförmige Placenta, die ſich an der Stelle entwickelt, wo der birnförmige Harnſack ſich an das Chorion anlegt. Bei den Hunden und Katzen wächst der Harnſack viel bedeutender aus, er wuchert an der inneren Fläche des Chorion von rechts nach links herum, ſo daß er mit ſeinem Ende den Ausgangspunkt wieder erreicht und ſo um das ſpindelförmige, nach oben und unten hin zugeſpitzte Ei einen Gürtel bildet, in deſſen Bereich die Zotten überall in den röhrenförmigen Uterus ſich hineinbilden und ſo eine ringförmige Placenta erzeugen. Der Harnſack bildet bei dieſen Thieren alſo ſchon den größten Theil des Eies. Noch weiter geht ſeine Entwickelung bei den Schafen, Rindern und Pferden. Hier wächſt der Harnſack ſo bedeutend aus, daß er in kurzer Zeit nicht nur den ganzen inneren Raum des Chorion erfüllt, ſondern ſogar baldigſt an beiden Polen die Eihaut ſprengt und über dieſelbe hinauswächſt, ſo daß das Ei eine halbmondförmige Geſtalt hat und zwei lange gekrümmte Hörner nach oben und unten hin ausſchickt. Die Zotten und Gefäßbüſchel ſtehen dann bei dieſen Thieren auf der ganzen Oberfläche des Eies herum zerſtreut und bilden nicht einen zuſammenhängenden Kuchen, ſondern einzelne Haufen, welche in entſprechende Stellen der Uterinfläche eingreifen und Kotyledonen genannt werden.

Die Literatur der Entwickelungsgeſchichte iſt angefüllt mit Streitigkeiten über die Exiſtenz eines Harnſackes bei dem Men-

schen, die indeß jetzt durch sichere Beobachtungen an sehr jungen Embryonen vollständig dahin geschlichtet sind, daß man mit Bestimmtheit einen Harnsack nachgewiesen hat, welcher sich an der Stelle der Placenta anlegt, nachher aber sehr bald obliterirt und zu einem soliden Strange zusammenschrumpft. Der menschliche Embryo entbehrt deshalb durchaus derjenigen Hülle, welche bei den Thieren von dem Harnsacke aus geliefert wird.

Eine ähnliche vorübergehende Rolle spielt in dem menschlichen Ei ein anderes blasenartiges Gebilde, welches man unter dem Namen der Nabelblase kennt. Um die Entwickelung dieses Theiles zu verstehen, muß man sich in das Gedächtniß zurückrufen, daß die Keimhaut oder Keimblase aus zwei Blättern besteht, welche die Dotterflüssigkeit einschließen, und daß das innerste dieser Blätter, das Schleimblatt, welches unmittelbar mit der Dotterflüssigkeit in Berührung steht, zur Bildung des Darmes bestimmt ist. Man muß sich ferner erinnern, daß nur der verdickte Theil der Keimhaut, welchen wir den Fruchthof nannten, zur Bildung des embryonalen Leibes verwandt wird. Man kann daher mit vollem Rechte behaupten, daß die ursprüngliche Anlage des Darmes weiter nichts sei, als eine schildförmige Ausbreitung auf der Oberfläche der Dotterblase. Damit hieraus die Röhre des Darmes werde, muß sich diese schildförmige Ausbreitung allmählich von den Seiten her umkrempen und eine Halbrinne bilden, deren Ränder nach und nach verwachsen. Dies geschieht auch in der That. Die zur Bildung des Darmes bestimmte Masse erhebt sich, krempt sich gegen den Dotter hin um, bildet auf diese Weise eine in der Längsaxe des Körpers liegende, gegen den Dotter hin offene Rinne, deren Ränder sich von vornen und hinten her gegen die Mitte hin zur Röhre zusammenschließen. Es bleibt demnach auf diese Weise ein großer Theil der Dotterflüssigkeit mit dem sie umhüllenden Schleimblatte der Keimhaut als Blase zurück, welche anfangs durch eine weite, in der Längsrichtung verlaufende Spalte, später durch einen offenen Kanal mit dem Darme in Verbindung steht. Dieser Kanal mündet etwa in der Mitte des Darmes in den Dünn-

darm ein. Er iſt anfangs ſehr kurz und weit offen, allein je mehr die Bauchwände des Embryo's ſich in der Mittellinie ſchließen, deſto mehr verlängert ſich der Stiel der Nabelblaſe, der mit den Nabelgefäßen und dem Stiele des Harnſackes aus dem Körper des Embryo durch die Nabelöffnung hervortritt, um gegen die Peripherie des Eies hin ſich bläschenförmig zu erweitern. Bei manchen Thieren, wie z. B. den Kaninchen, bleibt dieſer Gang der Nabelblaſe ſehr lange offen, und die Blaſe ſelbſt zeigt während des ganzen Lebens des Embryo eine ziemlich bedeutende Größe und iſt durch ihre Gefäße für die Ernährung des Fötus wichtig. Bei dem Menſchen zieht ſich der Stiel der Blaſe ſehr lang aus, ſchließt ſich aber ſehr bald und verſchwindet gänzlich in dem Nabelſtrange, ebenſo wie die Nabelblaſe ſelbſt, ohne daß in den meiſten Fällen eine Spur davon zurückbleibt. Wenn ich daher oben ſagte, daß der Nabelſtrang außer den Gefäßen auch noch den ſolid gewordenen Stiel des Harnſackes enthalte, ſo hatte ich damit ſeine Zuſammenſetzung noch nicht vollſtändig bezeichnet, indem er außerdem noch den verſchrumpften Stiel der Nabelblaſe in ſich ſchließt. Wollten wir den Nabelſtrang in Gedanken ſo wiederherſtellen, wie er ſein müßte, wenn dieſe verſchiedenen Gebilde nicht zuſammengeſchrumpft und geſchloſſen wären, ſo müßten wir in ihm außer den drei Gefäßen auch noch zwei hohle Kanäle finden, deren einer dem Harnſacke, der andere der Nabelblaſe angehörte.

Der Embryo des Menſchen entbehrt demnach mehrere Hüllen, aus bläschenartigen Gebilden hervorgegangen, welche bei den Thieren ſich finden, und beſitzt dagegen eine von dem Uterus aus gelieferte äußere Hülle, die früher erwähnte hinfällige Haut, welche den meiſten Thieren fehlt. Unterſucht man die Bildung des Eies in dem Leichname einer Schwangeren, die ſchon in vorgerücktem Zeitpunkte der Schwangerſchaft geſtorben iſt, ſo findet man den Embryo von folgenden Hüllen eingeſchloſſen. Zunächſt längs der Wände des Uterus findet man die zuſammengedrückte, theilweiſe ſelbſt durch Aufſaugung wieder vernichtete hinfällige Haut, die an dem Anſatzpunkte der Placenta unter-

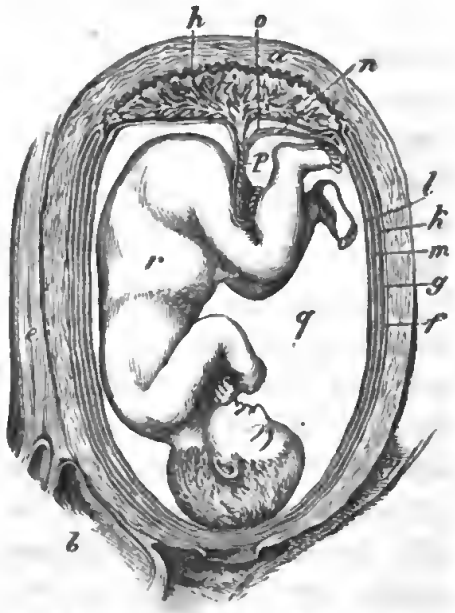


Fig. 38. Durchſchnitt einer Gebärmutter mit der reifen Frucht. a. Wandung der Gebärmutter. b. Durchſchnitt der Harnblaſe. c. Scheide. d. Raum zwiſchen Gebärmutter und Maſtdarm. e. Bauchwandung. f. g. Aeußeres und inneres Blatt der hinfälligen Haut. h. Gränze zwiſchen Uteruszotten und Placentarzotten. i. Mutterkuchen. k. Chorion. l. Amnios. m. Eiweißartige Flüſſigkeit zwiſchen beiden. n. o. Umgeſchlagenes Blatt des Amnios, den Mutterkuchen auf ſeiner inneren Fläche überziehend. p. Nabelſtrang. q. Höhle des Amnios, vom Schafwaſſer ausgefüllt. r. Embryo.

brochen iſt. Auf dieſe nach innen hin folgt das Chorion, welches in die Placenta ſelbſt übergeht und innerhalb dieſer nicht iſolirt werden kann. Unmittelbar an dem Chorion und von dieſem kaum durch eine geringe Schicht eiweißartigen Stoffes getrennt, liegt eine dritte Hülle, die Schafhaut oder das Amnios, welche eine bedeutende Maſſe von Flüſſigkeit, das Schafwaſſer oder Fruchtwaſſer, enthält. Dieſes letztere iſt weſentlich ſeiner Zuſammenſetzung nach eine Auflöſung von Eiweiß und Kochſalz in Waſſer, die im Beginne der Schwangerſchaft concentrirter iſt, als in ſpäteren Zeiten. In dieſer Flüſſigkeit ſchwimmt der Embryo ganz frei, einzig aufgehängt mit der Bauchfläche an dem Nabelſtrange, der von dem Nabel aus nach dem Frucht-

kuchen ſich hinzieht. Die äußere Haut des Embryo ſetzt ſich an dem Nabel in verdünntem Zuſtande auf dem Nabelſtrange fort und bildet ſo für dieſen eine häutige Scheide, die an der inneren Oberfläche des Fruchtkuchens unmittelbar in das Amnios übergeht. Dieſes bildet demnach einen vollkommen geſchloſſenen Sack um den Embryo, der ringsum von der Flüſſigkeit des Schafwaſſers umſpült wird. Bei der Geburt wird der Sack der Schafhaut zerſprengt und durch den Riß des Chorion und des Amnios tritt der Embryo heraus.

Die Bildung und Entſtehung der Schafhaut läßt ſich kaum ohne Beihülfe ſchematiſcher Figuren anſchaulich machen und gehört überhaupt zu den ſchwierigſten Punkten in der Entwickelungsgeſchichte. Erſt die neueſten Unterſuchungen an Embryonen aus früheſter Zeit haben dieſe Entſtehungsgeſchichte unwiderleglich aufgeklärt und bewieſen, daß der vollkommen geſchloſſene Sack der Schafhaut durch eine merkwürdige Faltung des peripheriſchen, ſeröſen Blattes der Keimhaut entſtanden ſei.

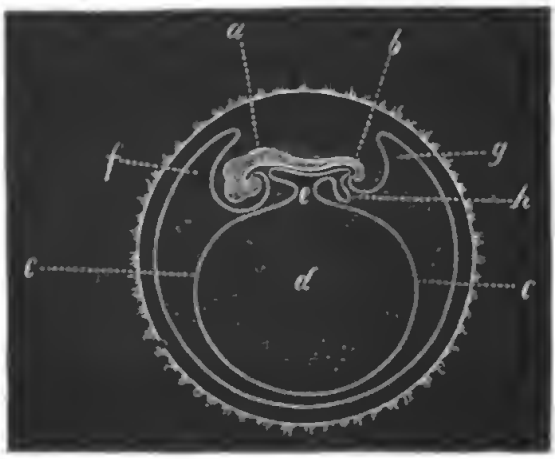


Fig. 39. Schematiſcher Durchſchnitt eines Säugethiereies, um die Bildung der verſchiedenen Hüllen zu veranſchaulichen. a. Kopftheil. b. Schwanztheil des Embryo's. c. Die Dotterhülle, allmählich zur Nabelblaſe auswachſend. d. Der Dotter. e. Der Dottergang, der in den Darm des Embryo's überführt und zum Stiel des Nabelbläschens auswächſt. f. Vordere, g. hintere Falte des Amnions. h. Der Harnſack. Das Ganze iſt vom zottigen Chorion umgeben.

Man erinnert ſich, daß dieſes Blatt im Anfange überall unmittelbar der inneren Fläche des Chorion anlag. Es verwächſt nun mit dieſer inneren Fläche des Chorion überall an der ganzen Peripherie des Eies, ausgenommen an derjenigen Stelle, wo ſich der Fruchthof, alſo der werdende Embryo, befindet. Während ſich nun der Embryo entwickelt, entfernt er ſich von dem Chorion und zieht dadurch eine Falte des ſeröſen Blattes nach ſich, die ſich mehr und mehr ausbildet. Wir haben geſehen, daß die außerperipheriſche Fläche des Fruchthofes der Rückenfläche des Embryo entſpricht. Der werdende Embryo liegt alſo mit ſeiner Rückenfläche anfänglich hart der innern Fläche des Chorion an. Je mehr er ſich aber von derſelben entfernt, deſto größer wird die Falte, die von dem ſeröſen Blatte der Keimhaut gebildet wird. Der Embryo iſt ſonach in dieſer Falte gleichſam aufgehängt wie ein Gegenſtand, den man flach auf einem Tuche trägt. Nach und nach, je mehr ſich der Embryo von dem Chorion entfernt, bildet ſich auch die flache Falte zu einem vollſtändigen Sacke aus, und der Embryo hängt nun darin, wie in einem Tuch, das man oben zuſammengefaßt hat, und deſſen Zipfel man ringsum an das Chorion angewachſen denken muß. Der ſo gebildete Beutel, welcher anfangs in der Rückengegend noch gegen das Chorion hin offen iſt, ſchließt ſich allmählich vollſtändig durch

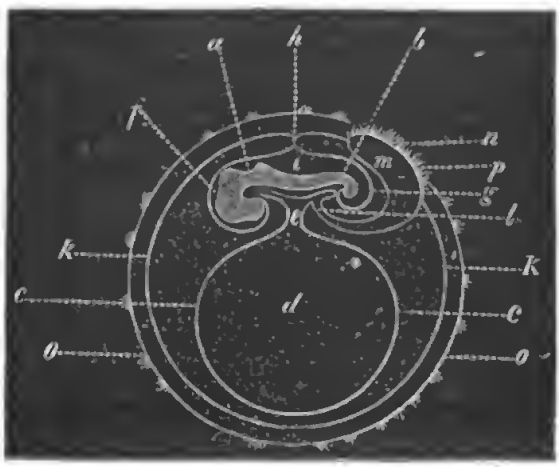


Fig. 40. Schematiſche Figur, ähnlich der vorigen, nur bei weiterer Ausbildung der Hüllen. a. bis g. haben dieſelbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. h. Verwachſungsſtelle der Amnionsfalten über dem Rücken. i. Innerer Sack der Schafhaut. k. Aeußerer Schafhautſack, der ſich an die innere Wand des Chorion o. anlegt und mit ihm verwächſt. l. Stiel des Harnſackes. m. Harnſack. n. Zotten des Harnſackes, aus denen ſich die Placenta bildet.

Verwachſung ſeiner Ränder und bildet auf dieſe Weiſe den geſchloſſenen Sack der Schafhaut. Dieſe liegt anfangs dem Embryo überall ziemlich enge an, vergrößert ſich aber ſchnell, indem ſie ſich mit Flüſſigkeit füllt, und ſtellt ſo allmählich den weiten Sack her, in deſſen Flüſſigkeit der Embryo ſchwimmt.

Es hält außerordentlich ſchwer, ſich dieſe Bildungsweiſe der Schafhaut zu veranſchaulichen, es mag indeß noch auf folgende Weiſe gelingen: Man ſtelle ſich vor, die äußere Haut des Erwachſenen, ſtatt an dem Nabel geſchloſſen zu ſein, gehe von hier aus in eine gewaltig große Blaſe über, die an dem Nabel befeſtigt wäre. Legt man nun den menſchlichen Körper mit ſeiner Bauchfläche auf dieſe Blaſe, die hinlänglich groß ſein muß, um den Körper nach allen Seiten hin zu überragen, ſo wird die Blaſe ringsum an ihrem Rande eine Falte bilden, an welcher die dem Körper zugekehrte Hälfte der Blaſe in die peripheriſche Fläche übergeht. Man denke ſich nun, daß dieſe Blaſe groß genug ſei, um auf dem Rücken über den Kopf und die Beine hinüber zuſammengefaßt werden zu können. Näht man nun die ſo zuſammengefaßte Blaſe über dem Rücken zuſammen, ſo wird der Menſch in einem doppelten Sacke eingeſchloſſen ſein, deſſen Zuſammenheftungsſtelle der Mitte des Rückens entſpricht. Der äußere dieſer Säcke entſpricht dem äußeren Blatte der Keimhaut. Man ſchneide dieſen äußeren Sack weg (die Natur entfernt ihn durch Verwachſung mit dem Chorion), und es wird der innere Sack, die Schafhaut, übrig bleiben. Man kann die eben beſchriebenen Verhältniſſe plaſtiſch ausführen, indem man eine zugebundene Schweinsblaſe nimmt, den Körper des Embryo durch irgend einen feſten Gegenſtand, etwa ein Kreuzerbrödchen, verſinnlicht

und nun verfährt, wie wir oben angaben. Es giebt kein beſſeres Mittel, um ſich den Vorgang in der Natur, wie es durch Beobachtungen nachgewieſen iſt, anſchaulich zu machen, wie es denn überhaupt zum richtigen Verſtändniß der Entwickelungsgeſchichte ſtets ſolcher plaſtiſcher Verſuche bedarf, die weit mehr begreiflich machen, als die beſten Figuren thun können.

Dreiundzwanzigster Brief.

Der Embryo, seine Uranlagen und sein Nervensystem.

Wir verließen das Ei in dem Momente, wo an einem bestimmten Punkte desselben sich der länglich runde Fruchthof oder Embryonalfleck gebildet hat. Die Zusammensetzung dieses Embryonalfleckes aus gehäuften Zellen, welche in zwei Blätter getheilt werden können, ein äußeres, das seröse Blatt, und ein inneres, das Schleimblatt, wurde ebenfalls schon besprochen. Die erste Anlage des Embryo zeigt sich nun mitten in diesem Fruchthofe in Gestalt eines länglich eiförmigen erhabenen Schildchens, in welchem die Zellenmasse mehr zusammengedrängt ist, als in der Umgebung, weshalb es dunkler erscheint. Bei der Bildung dieses Schildchens ist einzig und allein das seröse Blatt der Keimhaut interessirt; das vegetative Schleimblatt nimmt an seiner Bildung durchaus nicht den mindesten Antheil. An demjenigen Ende, welches die nachfolgende Entwickelung des Embryo's als das vordere erkennen läßt, ist dieses Schildchen breiter als nach hinten zu; seine Umgränzung ist nicht sehr scharf, sondern verliert sich in der umgebenden Zellenmasse des Fruchthofes. Offenbar beruht die Erhebung dieses Schildchens nur auf der stärkeren Wucherung und Vermehrung der Zellenmassen, welche das seröse Blatt des Fruchthofes zusammensetzen und zur Bildung der Embryonalanlage sich um eine Längsaxe zu gruppiren beginnen.

Kaum hat sich dieses Schildchen deutlicher erhoben und abgegränzt, so zeigt sich in seiner mittleren Längsaxe ein heller

durchsichtiger schmaler Streifen, welcher vorn und hinten in geringer Entfernung von dem Rande des Schildchens aufhört und sich als eine seichte Rinne zu erkennen giebt, die nur dadurch heller erscheint, daß das Zellenmaterial zu beiden Seiten in dem Schildchen stärker angehäuft ist, als in der Rinne selbst. Während nun diese Primitivrinne sich allmählich tiefer eingräbt, genauer nach oben und unten begränzt und ihre Ränder zugleich sich wulstförmig erheben, zieht sich das Schildchen von allen Seiten her gegen die Rinne stärker zusammen, wird zusehends länglicher und schnürt sich in der Mitte etwas ein, während zugleich seine beiden Enden breiter erscheinen. Das Schildchen zeigt sich so bald nach dem ersten Erscheinen der Primitivrinne in Gestalt einer länglichen Erhabenheit, welche in dem Durchmesser des fast kreisförmigen Fruchthofes liegt, die Form eines Biscuit oder einer Schuhsohle hat, und auf ihrer oberen Fläche durch einen Riß bis in eine gewisse Tiefe gespalten ist. Diese Spalte, die Primitivrinne oder Rückenfurche, ist an ihren

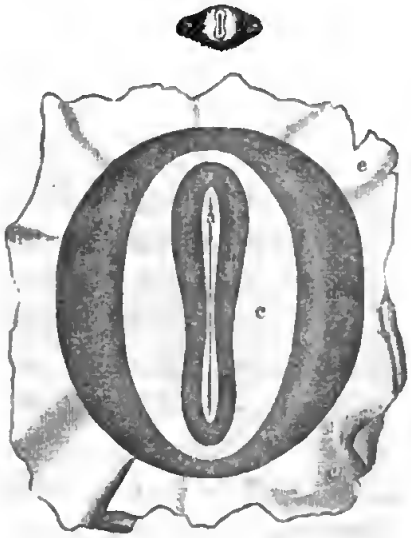


Fig. 41. Ein Hundeei mit der ersten schuhsohlenförmigen Anlage des Embryo's. Oben das Ei in natürlicher Größe, darunter die Embryonalanlage, stärker vergrößert. Die Primitivrinne mit der Rükkensaite sind angelegt; die Embryonalanlage (Rückenplatten) erst von einem hellen Hofe (Bauchplatten), dann von einem dunklen, dem Fruchthofe, umgeben.

a. Primitivrinne. b. Rückenplatten. c. Heller Hof. d. Dunkler Fruchthof. e. Haut der Keimblase.

beiden Enden etwas breiter als in der Mitte, so daß sie durchaus die Gestalt des biscuitförmigen Schildchens nachahmt. Wir können das Schildchen nun schon mit dem Namen des Embryo bezeichnen, dessen Körper es in der That entspricht, und können

ſomit feſtſtellen, daß die erſte Anlage des Embryo des Menſchen, ſowie aller Wirbelthiere ohne Ausnahme, aus einer länglichen Erhabenheit in Biscuitform beſteht, auf deren Rückenfläche in der Längsaxe eine Rinne eingegraben iſt, welche aufgewulſtete Ränder beſitzt. Kein anderer Embryo aus dem Reiche der wirbelloſen Thiere zeigt dieſe urſprüngliche Geſtalt, während alle Wirbelthier-Embryonen bei ihrem erſten Auftreten durchaus auf ähnliche Weiſe gebildet ſind, und dadurch bethätigen, daß ſie Alle einem und demſelben Organiſationsplane angehören.

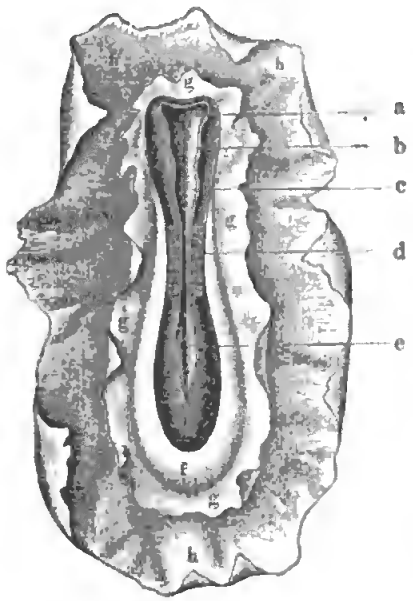


Fig. 42. Die Embryonalanlage in einem Hundeei, etwa 20 Tage nach der Befruchtung. Der über die Keimblaſe mit der Bauchfläche hingebogene, werdende Embryo iſt losgelöſt und mit den ihn umgebenden Häuten flach ausgebreitet worden, daß man ihn vom Rücken aus ſieht. Die Primitivrinne klafft noch weit auseinander — ſie iſt überall mit einem hellen Streifen umgeben, der erſten Ablagerung von Subſtanz an den Wänden der Rinne. In der Tiefe der Rinne ſieht man die Rückenſaite als dunkleren Streifen. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn — alle drei noch in Geſtalt von Ausbuchtungen der Primitivrinne. e. Lanzettförmige hintere Erweiterung der Primitivrinne. (Rhombiſche Bucht, sinus rhomboidalis.) d. Feſte Anlagen der Wirbelkörper. f. Peripheriſcher Theil des Embryo (Bauchplatten), in deren Umkreis das animale Blatt g. und das vegetative Blatt h. mit einander zuſammengeheftet ſind. i. Körper des Embryo (Rückenplatten).

Sobald die Primitivrinne einmal angelegt iſt, erweitert ſie ſich beſonders an ihrem vorderen Ende und bildet hier mehrere

seitliche Ausſackungen, deren man urſprünglich drei zählt. Auch in dem hinteren Theile erweitert ſich die Rinne ein wenig, ſo daß ſie hier eine lanzettförmige Geſtalt erhält. Sobald die vorderen Ausbuchtungen und die hintere lanzettförmige Erweiterung der Rinne ſich ausgebildet haben, bildet ſich auch auf dem Boden und längs den Rändern der Rinne eine dünne, zarte Schicht glasheller Subſtanz, welche durch ihre Durchſichtigkeit auffallend von der dunkleren Maſſe der wulſtigen Ränder abſticht. Dieſe helle Subſtanz, welche, wie geſagt, nur in dünner Schicht die Rinne auskleidet, iſt die Uranlage des centralen Nervenſyſtems. Es iſt alſo das Central-Nervenſyſtem, das Gehirn und Rückenmark, welches ſich zuerſt auf dem Boden einer auf der Rückenfläche offenen Rinne differenzirt. Die Wülſte, welche dieſe Rinne umgeben, entſprechen den noch ungeſchiedenen Hüllen des Central-Nervenſyſtems, den Knochen, Muskeln und übrigen Gebilden, welche den ganzen Körper mit Ausſchluß der Eingeweide zuſammenſetzen. Das Central-Nervenſyſtem iſt demnach das erſte unter allen Organen des Körpers, welches ſich in beſtimmter Form darſtellt, und es giebt ſich ſonach als das wichtigſte primärſte Organ des Wirbelthieres überhaupt zu erkennen. Ehe wir ſeine weitere Entwickelung genauer verfolgen, wird es geeignet ſein, überhaupt einige Bemerkungen über die Art und Weiſe, wie die einzelnen Organe des Leibes ſich bilden, hier einzuſtreuen.

Wir haben geſehen, daß der Fruchthof urſprünglich nur eine einzige Zellenanhäufung darbot, die ſich ſpäter in zwei Blätter ſpaltete, ein äußeres für die animalen, ein inneres für die vegetativen Organe. Wir ſahen ferner, daß das erſte dieſer Blätter anfangs eine homogene Zellenmaſſe darſtellte, welche, in beſtimmten Richtungen fortwuchernd, die Formanlage einer Rinne bildete, und daß in dieſer Rinne nun die erſte Anlage eines differenten Organes, des Central-Nervenſyſtemes, ſich entwickelte, die ſich durch eine eigenthümliche Struktur ihrer Bildungsmaſſe von den Zellen in der Umgebung unterſchied, welche noch ihre durchaus homogene Zuſammenſetzung beibehielten. Was

an dem Nervenſyſteme geſchieht, zeigt ſich überall bei dem Entſtehen der erſten Anlagen anderer Organe. Es erſcheinen ſtets zuerſt ganz allgemeine Geſammtanlagen für ganze Gruppen von Organen, welche ſich aus der indifferenten Bildungsmaſſe hervorbilden, und dieſe Geſammtanlagen theilen ſich wieder durch Differenzirung ihrer Elemente in die Anlagen der einzelnen Organe. Die Entwickelung des Embryo ſchreitet demnach nicht in der Art fort, daß ein beſtimmtes Organ zuerſt ſich ausbildete, dann ein anderes, dann ein drittes u. ſ. w.; daß alſo ein einzelnes Organ gleichſam den Mittelpunkt darſtellte, um welchen dann die andern Organe nach und nach ſich gruppirten und ſo den Organismus vervollſtändigten. Es werden im Gegentheile allgemeine, ganze Organgruppen zuſammenfaſſende Uranlagen gebildet, und dieſe nach und nach ſtets mehr und mehr geſondert und in einzelne Organe zerlegt. Das Ei bildet gleichſam den aufgelöſten Embryo; — man kann es vergleichen mit einer Auflöſung verſchiedenartiger Salze, die man durch Kryſtalliſation zu trennen ſucht. Wenn auch die Auflösbarkeit dieſer einzelnen Salze verſchieden iſt, ſo weiß doch der Chemiker gar wohl, daß namentlich diejenigen, welche ſich in dieſem Punkte näher ſtehen, vereinigt ſich ausſcheiden, daß ein Salz das andere mit zu Boden reißt. Erſt durch wiederholtes Umkryſtalliſiren und Reinigen kann man dieſe Gruppen gemeinſchaftlich niedergefallener Subſtanzen in die einzelnen Salze trennen, welche ſie Anfangs zuſammen enthielten. Ganz ſo verhält ſich auch die embryonale Entwickelung. Sie bildet erſt Gruppen von Organen in unbeſtimmter Form, welche durch keinen Unterſchied ihrer elementaren Beſtandtheile ſich in einzelne heterogene Organe trennen laſſen. Nach und nach tritt dieſer Unterſchied in den elementaren Zellen auf. Sie bilden ſich aus je nach der eigenthümlichen Natur des Organes, welchem ſie angehören ſollen, und mit dieſer Ausbildung der Elementarbeſtandtheile geht auch diejenige der äußeren Form Hand in Hand, bis endlich das ganze Organ nach äußerer Form und innerer Struktur ſo ausgebildet iſt, wie wir es in dem Erwachſenen antreffen.

Es ist deshalb thöricht und zeigt von einer gänzlichen Unkenntniß der Gesetze der Entwickelung, wenn man über die Bedeutung der Gesammtanlagen, welche in dem Embryo auftreten, sich abquält und dieselben einem oder dem andern bestimmten Organe vindiciren will. Man hat endlose Streitigkeiten geführt über die Bedeutung der Primitivrinne, welche sich zuerst in der Uranlage des Embryo's zeigt. Die Einen behaupteten, diese hohle, mit Flüssigkeit gefüllte Rinne sei die Uranlage des Nervensystems, und die Wülste, welche sie begränzen, entsprächen den Hüllen des centralen Nervensystems; — die Andern glaubten, die Wülste entsprächen der centralen Nervensubstanz selbst und stellten deren Uranlagen dar. Keines von beiden ist richtig. So lange noch die dünne Schicht von Nervensubstanz sich nicht auf den Boden der Rinne differenzirt hat, entsprechen eben die homogenen Wülste mit dem Schildchen, in welches sie nach den Seiten hin ohne bestimmte Demarkationslinie übergehen, allen Organen des animalen Systemes ohne Ausnahme, und so wie zuerst die Nervensubstanz aus dieser Gesammtanlage sich ausscheidet, so differenziren sich später aus derselben die Knochen, die Muskeln, die äußere Haut u. s. w.

Betrachten wir nun die Entwickelung des Central-Nervensystemes im Zusammenhange, so ist es vor allen Dingen nöthig, uns wohl die Gestalt desselben bei seinem ersten Auftreten in das Gedächtniß zurückzurufen. Es bildet eine dünne homogene Schicht, die den Boden einer an der Rückenfläche offenen Rinne auskleidet, an deren vorderem Ende drei seitliche Ausbuchtungen zu bemerken sind, während hinten eine lanzenförmige Erweiterung sich zeigt. Derjenige Theil des Central-Nervensystemes, welcher, wenn man sich den Menschen auf dem Bauche liegend denkt, dem Boden des Wirbel- und Schädelrohres anliegt, zeigt sich demnach zuerst in der Anlage. Dieser Theil aber ist, wie wir früher sahen, der Hirnstamm, der bewegende und empfindende Theil des Central-Nervensystemes, von welchem die peripherischen Nerven entspringen. Der Hirnstamm zeigt sich also in seiner ersten Anlage vor allen anderen Organen des Körpers, nament-

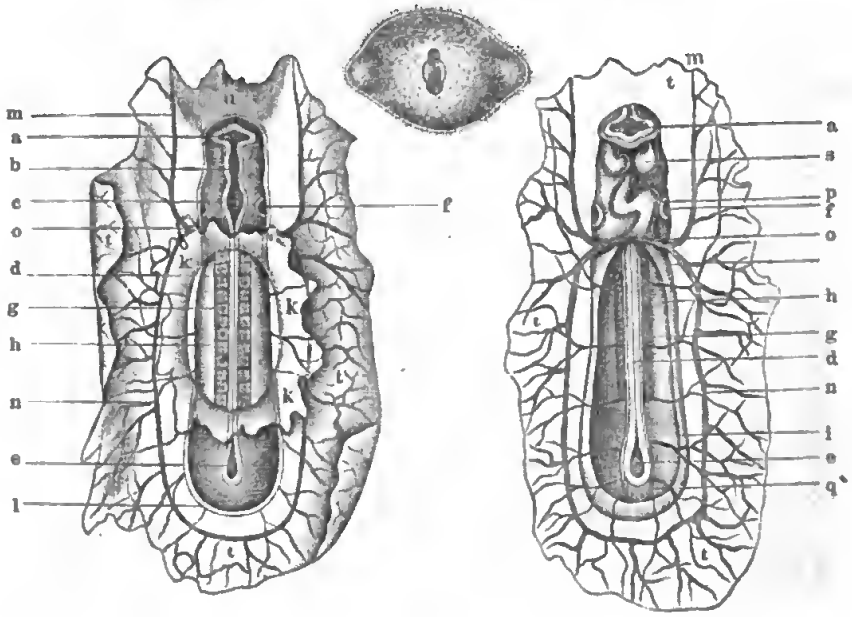
lich vor den Nerven, die noch nirgends in der umgebenden Maſſe des Körpers differenzirt ſind. Dieſe beſteht noch durchaus aus vollkommen homogenen Zellen, in welchen die genaueſte Beobachtung keinen Unterſchied zu erkennen vermag. Die Ausbuchtungen, welche man an dem Kopfende der Rinne bemerkt, und die ebenfalls ihrem Boden entlang mit einer ſolchen dünnen Schicht von Nervenſubſtanz ausgekleidet ſind, entſprechen den ſpäteren Hauptabtheilungen des Gehirnes, der mittlere engere Theil der Rinne dem Rückenmark, und ſeine hintere Erweiterung einer eigenthümlichen Spaltung des Rückenmarkes in der Lendengegend, die bald verſchwindet, bei manchen Thieren aber, z. B. den Vögeln, ſich bleibend erhält und auch zuweilen bei neugeborenen Kindern abnorm entwickelt in Form eines waſſerhaltigen Sackes an der angegebenen Stelle ſich findet.

Die erſte Tendenz der Bildung in dem Central-Nervenſyſteme geht dahin, die Rinne zuzuwölben und zu einer Röhre zu ſchließen, welche ringsum von Nervenſubſtanz ausgekleidet iſt. Man beobachtet, wie zu dieſem Endzwecke die Wülſte, welche die Rinne und ihre Ausbuchtungen begränzen, ſich erheben und allmählich, gleich den Bogentheilen eines Tunnels, den man zuwölbt, von beiden Seiten nach der Mittellinie hin gegen einander ſtreben. Die Wülſte beſtehen dann noch gänzlich aus gleichartigen Zellen, und in gleichem Maße, wie dieſes Mauerwerk von Zellen ſich überwölbt und in der Mittellinie ſchließt, wölben ſich auch im Inneren die Ränder der Nervenſubſtanz einander entgegen und ſchließen ſich an den meiſten Stellen ebenfalls in der Mittellinie zuſammen. Während dieſes Vorganges verſchwindet ſchon die hintere linſenförmige Ausweitung der Rinne ſo ziemlich. Dagegen erhalten ſich die vorderen Kopfausbuchtungen, und verwandeln ſich durch die Ueberwölbung in Blaſen. Nur an einer einzigen Stelle, nämlich in dem Nacken, da wo wir bei dem Erwachſenen das verlängerte Mark ſehen, wölbt ſich die Nervenſubſtanz nicht zu einer Röhre zuſammen, ſondern behält hier die urſprüngliche Geſtalt einer Hohlkehle,

die nach oben offen ist. Die Wülste, welche sich später in die Hüllen und Bedeckungen des centralen Nervensystemes verwandeln, wölben sich indeß auch an dieser Stelle zu einem vollständigen förmlichen Schlusse, so daß die weitere Ausbildung des Central-Nervensystemes in einem durchaus geschlossenen Rohre Statt hat, welches vornen drei primitive Gehirnblasen erkennen läßt.

Das vorderste Ende der Primitivrinne erscheint bei dem ersten Auftreten der seitlichen Ausbuchtungen leicht nach innen eingedrückt, so daß die vorderste Hirnblase gleichsam die Gestalt eines Kartenherzes hat, dessen eingeschnittene Seite nach vorn, die Spitze nach hinten schaut, während die beiden Flügel seitlich sich ausdehnen. Diese vordere Ausbuchtung bleibt aber nicht lange; sie verstreicht sich, wölbt sich allmählich im Bogen nach vorn hervor und bildet bald eine hervorspringende Ecke, welche sich von den seitlichen Flügeln der Blase mehr und mehr abschnürt. Je weiter diese Abschnürung vorschreitet, desto mehr bildet sich auch diese vorspringende Ecke aus. Sie wird allmählich zu einer blasenförmigen Vorragung, die sich endlich in

Fig. 44. Fig. 43. Fig. 45.



Ein Hundei von etwa 23 Tagen in natürlicher Größe. Man unterſcheidet deutlich die äußere Eihaut (Chorion), dicht mit Zotten beſetzt, und die innere, aus den Embryonalblättern gebildete Eiblaſe. In der Mitte ſieht man den Embryo, welchen die Figuren 44 und 45 zehnmal vergrößert vom Rücken und vom Bauche her darſtellen. Das Hirn und Rückenmarksrohr ſind bis auf die Hirnblaſen und die hintere Rhombenbucht geſchloſſen; die Kopfbeuge bildet ſich aus, ſo daß ſchon das Kopfende des Embryo's mit den beginnenden Augenbuchten gegen die Bauchſeite eingebogen iſt. Die Ohrbläschen ſind angelegt; das Amnios iſt von allen Seiten her über den Embryo hergewachſen, aber über der Mitte des Rükkens noch offen, ſo daß hier ein ovaler Raum iſt, wo der Rücken frei liegt; das Herz und der erſte Kreislauf, ſo wie der erſte Kiemenbogen ſind ausgebildet; die Bauchplatten noch nicht geſchloſſen, ſondern noch weit offen, ſo daß der hintere Theil des Embryo, von der Bauchſeite aus, einer ſeichten Wanne ähnlich ſieht. Die Buchſtaben ſind für beide Figuren gleich.

a. Vorderhirn mit den beiden ſeitlichen Augenbuchten. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Rückenmark. e. Rhombenbucht. f. Ohrbläschen. g. Wirbelkörper. h. Rückenplatten. i. Umgekrempter Rand derſelben, zum Schluß der Bauchwände. k. Das rundum abgeriſſene Amnios, noch offen über dem Rücken. l. Die den Embryo umgebende Falte des Amnios. m. Vordere Dottervene. n. Hintere Dottervene, mit der von der entgegengeſetzten Seite einen Kranz bildend. o. Große hintere Herzvene, in der ſich beide Venen vereinigen und ſo in den Sförmig gewundenen Herzſchlauch p. eintreten. q. Hintere Wirbelarterien, die Dotterarterien abgebend. s. Der erſte Kiemenbogen, der ſich ſpäter zum Unterkiefer ausbildet. t. Das vegetative Blatt. u. Vorderer Eindruck deſſelben, durch die Kopfbeuge verurſacht.

der Mittellinie mehr und mehr einſchneidet und ſo zwei ſeitliche Hälften darſtellt, welche mit großer Schnelligkeit ſich bedeutend ausdehnen und zwei vordere Blaſen bilden, die übermäßig wachſen und über die andern Hirnblaſen hinüberwuchern. Dieſe beiden vorderen Blaſen bilden das Vorderhirn, ſie entwickeln ſich zu den Hemiſphären des großen Gehirns. Das Vorderhirn iſt demnach in den primitiven Ausbuchtungen der Rinne in den drei primitiven Hirnblaſen gar nicht enthalten, ſondern es entwickelt ſich erſt nach der Anlage derſelben aus dem anfänglich eingedrückten vorderen Ende der Nervenröhre, welches zwiſchen den beiden ſeitlichen Flügeln der vorderſten Hirnblaſe hervorſproßt.

Dieſes vordere Paar ſeitlicher Flügel mit dem ſie verbindenden Mittelſtücke, die erſte primitive Gehirnblaſe, nennen wir das Zwiſchenhirn oder Sehhirn, weil aus ihm die Augen hervorſproſſen. Je mehr nämlich die Bildung der Nervenſubſtanz fortſchreitet, deſto mehr ſchnüren die ſeitlichen Flügel oder Ausbuchtungen dieſer Blaſe, indem ſie zugleich ſeitlich ſich ausdehnen, von dem Mittelſtücke ſich ab, und ſtellen ſich bald als zwei runde Säcke dar, deren jeder durch eine kurze weite Röhre mit dem Mittelſtücke in Verbindung ſteht. Dieſe beiden ſeitlichen geſtielten Säcke ſind die Rudimente der Augen, die man oft die Augenbuchten nennt, und der hohle Stiel, welcher jede dieſer Augenbuchten mit dem Mittelſtücke verbindet, iſt der urſprüngliche Sehnerv. Die mittlere Blaſe, in welcher dieſe Sehnerven münden, wölbt ſich zu einem unpaaren, anfänglich röhrenartigen Theile zuſammen, in welchem ſich ſpäter die Sehhügel entwickeln. Die zweite primitive Hirnblaſe erfährt nie eine ſolche Ausbildung, wie die erſte, ſondern bleibt ſtets auf einer mäßigen Stufe der Entwickelung ſtehen. Indem ſie ſich in der Mittellinie zuſammenwölbt und an der Vereinigungsſtelle bedeutend einſenkt, entſtehen die Vierhügel, deren wir ſchon früher bei der Behandlung der Funktionen des Nervenſyſtemes gedachten.

Die dritte primitive Hirnblaſe endlich kann füglich in zwei Theile getheilt werden. In dem vorderen Theile, der Hinterhirn- oder Kleinhirnblaſe, wölbt ſich die Nervenſubſtanz vollſtändig zuſammen und läßt ſo das kleine Gehirn entſtehen, während in der Nachhirnblaſe die Nervenſubſtanz nur auf dem Boden wuchert, ſich aber nicht zu Gewölbtheilen erhebt.

Ehe ich auf die Ausbildung der einzelnen Theile des Gehirnes näher eingehe, muß ich hier auf einen Unterſchied aufmerkſam machen, der zwiſchen der hier angegebenen Darſtellung und derjenigen Statt hat, welche in den meiſten Handbüchern und Monographieen ſich findet. Man betrachtet nämlich dort die drei primitiven Hirnblaſen als die Repräſentanten des Vorderhirns, des Mittelhirns und des Nachhirns, und behauptet demnach, daß

ſich die erſte dieſer primitiven Hirnblaſen in die Hemiſphären des großen Gehirns umbilde, während die zweite Hirnblaſe ſich der Quere nach theile, und ihre vordere Hälfte die Sehhügel, ihre hintere die vier Hügel bilde. Auch ich huldigte früher dieſer Anſicht, mußte aber bei fortgeſetztem Nachforſchen erkennen, daß ſie eine falſche ſei. Es hält nicht ſchwer, ſich von der Richtigkeit der hier angegebenen Darſtellung durch eine einfache Schlußfolgerung und Vergleichung der von andern gelieferten Thatſachen und Abbildungen zu überzeugen. Alle genauern Beobachter nämlich ſtimmen darin überein, daß das vordere Paar ſeitlicher Ausbuchtungen in ſeiner weitern Entwickelung die Rudimente der Augen bilde, und daß dieſe Rudimente durch hohle Stiele noch lange mit dem Hirnraume, aus welchem ſie entſtanden, zuſammenhängen. Dies ſind Thatſachen, von welchen ſich jeder durch Unterſuchung junger, kaum angelegter Embryonen leicht überzeugen kann. Eben ſo leicht iſt es aber auch bei etwas ältern Embryonen nachzuweiſen, daß die noch hohlen Sehnerven nicht in die blaſenförmigen Hemiſphären des großen Gehirnes, ſondern vielmehr in den dahinter gelegenen Theil, die Sehhügelblaſe, einmünden. Wenn man alſo nicht annehmen will, daß die Augenrudimente Anfangs von der Hemiſphärenblaſe ſich abgeſchnürt hätten, daß aber dann ihre Stiele von vorn nach hinten in die zweite Hirnblaſe gewandert ſeien; wenn man dieß nicht annehmen will, ſo wird man ſich genöthigt ſehen, mehr Aufmerkſamkeit dem unpaaren Theile zu ſchenken, welcher zwiſchen dem erſten Paar primitiver Hirnblaſen ſich hervorwulſtet, und wird dann in dieſem anfänglich nach innen eingebuchteten Theil die Bildungsſtätte der Großhirnhemiſphären erkennen. Zwar mag es auf den erſten Blick auffallend erſcheinen, daß ein ſo bedeutender Theil, der ſeiner Maſſe nach den größten Theil des ganzen Gehirnes ausmacht, in der Uranlage nur in äußerſt unbedeutender Weiſe repräſentirt ſei. Wenn man aber bedenkt, daß gerade die Hemiſphären des großen Gehirnes bei den niedern Wirbelthieren, den Fiſchen, nur höchſt unbedeutend entwickelt ſind, aber raſch an Größe bei den höhern Thieren zu-

nehmen, ſo klärt ſich dieſe anſcheinend abnorme Erſcheinung in durchaus befriedigender Weiſe auf.

Bei den höheren Wirbelthieren und dem Menſchen bilden ſich während der Entwickelung des Gehirns zwei äußerſt merkwürdige Einknickungen aus, die bei den niederen Wirbelthieren nur ſchwach angedeutet ſind. Beim Beginne ſeiner Entwickelung krümmt ſich nämlich der Embryo gleichmäßig im Bogen um die Kugel des Eies herum, und es bedarf nur der Ablöſung von demſelben, um ihn völlig horizontal und platt auf ſeine Bauchſeite ausbreiten zu können. Sobald aber die primitiven Hirnblaſen ausgebildet ſind, ändert ſich dieſes Verhältniß. Der Embryo beugt ſich mit ſeinem Kopfe, deſſen Unterfläche von der

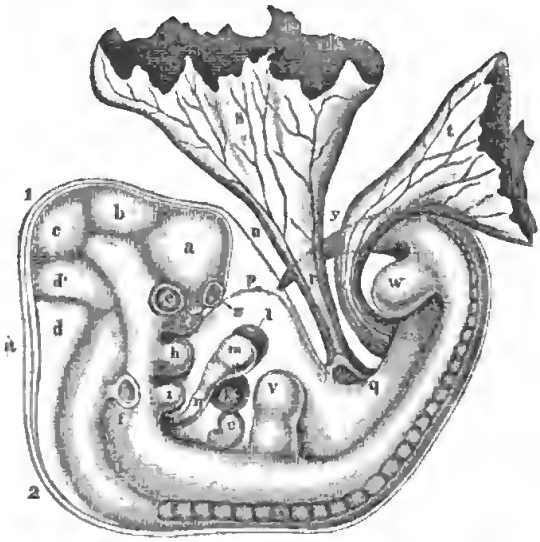


Fig. 46. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert, von der Seite geſehen.

a. Vorderhirn. b. Zwiſchenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zuſammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erſter Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen. k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenſtiel. o. Leber. p. Herzbeutel. q. Darmſchlinge, in welche das Nabelbläschen s. mit ſeinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität. w. Hintere Extremität. x. Wirbelſäule. y. Schwanz. z. Naſe. 1. Kopfbeuge. 2. Nackenbeuge.

Peripherie des Eies ſich losgelöst hat, nach innen gegen dasſelbe ein und knickt den vordern Theil des Kopfes gegen die Bruſt hin nieder. Dieſe Einknickung findet ſich an der Stelle der Gränze zwiſchen dem Mittelhirne und dem Nachhirne, und iſt ſo bedeutend, daß ſie mehr als einen rechten Winkel beträgt. Die Baſis des Nachhirnes und diejenige des Mittelhirnes, welche uranfänglich in gleicher Ebene lagen, ſind, ſobald die Kopfbeugung den höchſten Grad erreicht hat, nur durch einen ſchmalen Sporn von Zwiſchenſubſtanz von einander getrennt. Man hat dieſe Einknickung die Kopfbeuge genannt; ihr entſpricht an der Außenfläche eine höckerartige Vorragung; das Mittelhirn behauptet gerade die Spitze dieſes Kopfhöckers.

Eine zweite Beugung, die zwar nicht ſo ſcharf iſt, als die vorige, aber dennoch faſt einen rechten Winkel beträgt, zeigt ſich bei dem Uebergange des Rückenmarkes in das Nachhirn. Auch dieſe Beugung, die man unter dem Namen der Nackenbeuge und des Nackenhöckers kennt, iſt den höheren Wirbelthieren eigenthümlich, indem ſie bei den niederen nur angedeutet iſt. Sobald die Kopfbeuge und die Nackenbeuge ſich vollſtändig entwickelt haben, kann man den vordern Theil des Embryo's in ſeiner Geſtalt ſich nicht beſſer verſinnlichen, als wenn man den Finger, den Zeigefinger z. B., ſo ſtark wie möglich in ſeinen zwei vorderen Gliedern beugt; die Beugefläche des Fingers entſpricht dann der Bauchfläche des Embryo: das erſte Gelenk der Kopfbeuge, das zweite Gelenk der Nackenbeuge und das Handglied des Fingers dem Leibe des Embryo.

Dieſe beiden Einknickungen ſind nicht etwa vorübergehender Art, ſo daß ſich der Embryo leicht auf einer horizontalen Unterlage gerade legen ließe. Sie ſind vielmehr auf tiefwurzelnden organiſchen Verhältniſſen begründet, und zwar hauptſächlich auf der Ausbildung der feſteren Theile des Skeletts, über welche die Hirntheile hinauswuchern. Durch die Exiſtenz dieſer beiden Einknickungen, welche das Studium der an der Bauchfläche des Halſes gelegenen Theile ſehr erſchweren, theilen ſich die Embryonen der Wirbelthiere in zwei große Abtheilungen. In der

einen dieſer Abtheilungen, zu welcher die Säugethiere, die Vögel und die beſchuppten Reptilien gehören, ſieht man eine ſtarke Kopf- und Nackenbeuge; man findet bei dieſen Embryonen die Entwickelung eines Amnios, zur Umhüllung des Embryo, und ferner diejenige einer Allantois oder eines Harnſackes, zur Ausbildung ernährender Gefäße für den Fötus. In der zweiten großen Abtheilung, derjenigen der niederen Wirbelthiere, bei den Fiſchen und nackten Amphibien, ſind Kopf- und Nackenbeuge nur ſehr unbedeutend entwickelt und kaum angedeutet, zugleich fehlt die von dem Embryo ausgebildete Hülle oder Schafhaut und nicht minder der Harnſack vollkommen. Wie leicht einzuſehen, iſt durch dieſe Unterſchiede ein ſehr verſchiedener Plan der embryonalen Entwickelung angedeutet, und es rechtfertigt ſich dadurch vollkommen die Anſicht derjenigen Naturforſcher, welche in dem Wirbelthierreiche nicht vier, ſondern fünf Klaſſen annehmen, und die beſchuppten Reptilien oder die Schildkröten, Schlangen und Eidechſen, von den nackten Amphibien, den Fröſchen und Molchen trennen. Es iſt hier nicht der Ort, weiter auf die Verhältniſſe einzugehen, die äußerſt intereſſant ſind, ſowohl für die Entwickelung des Embryo im Allgemeinen, als auch in Beziehung auf die Schlüſſe, welche man daraus für die Zoologie entnehmen kann.

Verfolgen wir noch kurz die Entwickelung der einzelnen Hirntheile, ſo iſt vor Allem darauf aufmerkſam zu machen, daß die Anlage und Ausbildung der feſteren Nervenſubſtanz hauptſächlich von dem Boden und den Seitentheilen her geſchieht, und ſo die urſprünglich ungemein großen Höhlen der verſchiedenen Gehirnblaſen nach und nach ausgefüllt und auf dasjenige geringe Verhältniß reducirt werden, welches ſie in dem Erwachſenen behaupten. Es erſcheinen demzufolge die feſten Theile der Gehirnſubſtanz anfänglich nur in Geſtalt äußerſt dünner blättchenartiger Schichten, welche den Boden, die Wände und die Decken der Hirnblaſen überkleiden, und deren große Weichheit und Zartheit der Unterſuchung viele Hinderniſſe entgegenſtellen. Dieſe werden im Anfange einigermaßen aufgewogen durch die glashelle

Durchſichtigkeit, welche die Nervenſubſtanz ſowohl, als auch die ſie umgebenden noch indifferenten Zellenmaſſen beſitzen. Später aber, wenn theils die Hüllen des Schädels und die Wirbelſäule undurchſichtiger und dunkler geworden ſind, theils auch die Nervenſubſtanz ſich ſelbſt in größerer Maſſe angehäuft und dadurch ihre Durchſichtigkeit verloren hat, ſpäter, ſage ich, iſt dieſe Zartheit der Subſtanz, ihr Zerfließen gleichſam unter ihrem eigenen Drucke, ein weſentliches Hinderniß der Unterſuchung. Wir kennen deshalb auch weit beſſer die Bildungen des Gehirns in den erſten Zeiten, als wir nachher von der Ausbildung dieſer erſten Anlagen uns Rechenſchaft zu geben wiſſen.

Die Hemiſphären des großen Gehirns bilden ſich, wie ſchon bemerkt, aus der vordern unpaaren Endigung des primitiven Nervenrohrs, die nach und nach zu einer blaſenartigen Erhebung anſchwillt. Die Entwickelung der Nervenſubſtanz ſchreitet anfänglich hauptſächlich nach hinten hin fort und bewirkt dadurch die zunehmende Sonderung dieſes Theiles von den Augenbuchten, die anfänglich nur unvollſtändig abgetrennt ſind. Während nun die Gewölbtheile in der Mitte zuſammenwachſen, bildet ſich hier eine Einſenkung, wodurch die urſprünglich einfache Hemiſphärenblaſe in zwei Hälften zerlegt wird, die anfänglich noch durch eine gemeinſchaftliche Höhle mit einander verbunden ſind. Die Wucherung der Nervenmaſſe iſt nun namentlich in den Hemiſphären äußerſt bedeutend. Dieſe dehnen ſich immer mehr nach hinten aus, wuchern über das Zwiſchenhirn, dann über das Mittelhirn ſeitlich weg und überdecken dieſe beiden Hirnblaſen ſo, daß ſie endlich mit an dem Hinterhirn anſtoßen. Anfänglich findet dieſe Ueberwölbung der mittleren Hirntheile durch die Hemiſphären nur mehr ſeitlich Statt, ſo daß man bei der Anſicht des Gehirnes von oben das Mittelhirn noch in der Mittellinie erblicken kann, während ſpäter bekanntlich dieſes nicht mehr der Fall iſt. Der vordere Theil des Mittelhirnes, die Sehhügel, werden bei dem menſchlichen Embryo gegen das Ende des dritten Monates, der hintere Theil oder die vier Hügel etwa in dem fünften Monate überwölbt, und gegen das

Ende des siebenten Monats überragen die Hemisphären schon das kleine Gehirn eben so vollständig, wie im Erwachsenen. Eine Folge dieser außerordentlich raschen Entwickelung der Gewölbtheile der Hemisphären ist die Kräuselung ihrer Oberfläche und die Zusammenfaltung derselben, so daß jene Windungen der Oberfläche entstehen, die um so mehr an Zahl und Tiefe abnehmen, je weiter wir in die Reihe der Säugethiere zurückgehen. Die Windungen bilden sich erst gegen das Ende der Schwangerschaft vollständig aus, und sind offenbar theilweise dadurch bedingt, daß das Gehirn stärker wächst, als die es einschließende Kapsel des Schädels. Während diese Wucherung der Gewölbtheile Statt findet, vermehrt sich auch die Nervenmasse auf dem Boden an den Seiten und an der gewölbten Decke der Hemisphärenhöhle mit großer Schnelligkeit. Die Falte, welche beide Hemisphären von einander trennte, senkt sich immer tiefer hinab, und bildet endlich eine Scheidewand, wodurch die ursprünglich einfache Hirnhöhle in zwei seitliche Höhlen getrennt wird. Auf dem Boden dieser seitlichen Höhlen erheben sich nun zwei ursprünglich bohnenförmige Anschwemmungen, die Rudimente der gestreiften Körper oder der Streifenhügel, und der Raum, welcher zwischen dieser und der Hemisphärendecke übrig bleibt, wird endlich so verringert, daß die Nervensubstanz sich fast durchaus berührt, und die Hirnhöhlen im normalen Zustande bei dem Erwachsenen kaum einen Theelöffel voll Flüssigkeit enthalten können. Es geht somit aus der Entwickelungsgeschichte der Hemisphären hervor, daß die Streifenhügel wesentlich zum Hirnstamme der Hemisphären gehören, daß sie eine Wucherung, eine specielle Entwickelung des Bodens der Hemisphärenblase bilden, und daß sie niemals außerhalb dieser Hemisphärenblase gesucht oder gefunden werden können.

Die Entwickelung des Mittelhirns ist in jeder Beziehung weit einfacher, als diejenige des Vorderhirns, und namentlich ist die Ausbildung der Gewölbtheile hier durch die Wucherung der Hemisphären bedeutend beschränkt. Betrachtet man den Hergang der Entwickelung des Zwischenhirnes genauer, so zeigt

es ſich, daß daſſelbe gar nicht gewölbartig ſich ſchließt, ſondern daß nur der Hirnſtamm an dieſer Stelle ſtärker wuchernd vom Boden aus den Raum ausfüllt, welchen ihm die Hemiſphären übrig laſſen. Die urſprüngliche Höhle bleibt deshalb in Form einer Spalte beſtehen, in welche man offen von oben hineinſchauen würde, wenn nicht die Hemiſphären dieſelben überwölbten. Zu beiden Seiten dieſer Spalte liegen die Sehhügel, welche ſich demnach als weſentliche Theile des Hirnſtammes zu erkennen geben.

Complicirter Art ſind die Bildungen, welche außer den Sehhügeln auf dem Boden, oder vielmehr an der Unterfläche des Zwiſchenhirnes ſich entwickeln und dort den Hirntrichter mit dem Hirnanhange ausbilden. Der Hirntrichter ſelbſt iſt eine Ausſackung dieſes Bodens der Zwiſchenhirnhöhle, welche unmittelbar vor dem Ende der Axe des knöchernen Skelettes, der Wirbelſaite oder Chorda, ſich gegen die Mundhöhle hinabſenkt. Man muß hier bedenken, daß bei jüngeren Embryonen, wo dieſe Ausſackung des Hirntrichters ſich bildet, die Naſenhöhle mit ihren hinteren Gängen noch nicht gebildet iſt, und daß demnach das Dach der Mundhöhle zugleich den Boden bildet, auf welchem die Baſis des Gehirnes aufruht. Man denke ſich den knöchernen Gaumen weggebrochen, dadurch die Mund- und Naſenhöhle in eine einzige geräumige Höhle verwandelt, und man wird etwa eine Anſchauung dieſer Verhältniſſe haben. Indem nun der Boden des Zwiſchenhirnes ſich ein wenig nach unten einſenkt, kommt ihm eine Ausſackung des Daches der Mundhöhle entgegen, die ſich mehr und mehr erhebt, und ſo endlich einen Beutel bildet, deſſen Grund nach oben, gegen das Gehirn, ſchaut, während von unten her, von der Mundhöhle aus, ein offenes Loch in die Höhle dieſes Beutels führt. Dieſes Loch ſchließt ſich allmählich; der Beutel ſchnürt ſich ab, verwächſt mit der trichterförmigen Ausſackung, welche ihm von dem Gehirne aus entgegenkam, und bildet ſo den Hirnanhang, welchen man bei dem Erwachſenen an der Baſis des Gehirnes unmittelbar hinter der Kreuzung der Sehnerven ſieht. Der Hirnanhang iſt demnach

kein urſprünglicher Theil des Gehirns, ſondern eine Produktion des Daches der Mundhöhle, welche ſich von dieſem ablöſt, und mit der ihm entgegenkommenden Baſis des Hirntrichters verwächſt.

Außerordentlich einfach ſind die Umwandlungen, welche das eigentliche Mittelhirn, oder die Vierhügelblaſe erfährt. Der Anſatz der Nervenſubſtanz geſchieht faſt gleichmäßig von allen Seiten, ſo daß die urſprüngliche Höhle in einen feinen Kanal umgewandelt wird, welcher in der Mittellinie zwiſchen den vier Hügeln ſich hinzieht, die eigentlich nur eine einzige, durch eine oberflächliche, kreuzförmige Einſenkung geſchiedene Maſſe bilden.

In der Zelle des Hinterhirns bleibt die Ueberwölbung der nur durch Hüllenſubſtanz geſchloſſenen Röhre anfangs lange zurück, bis endlich an dem vorderen Theile die Nervenmaſſe von den Seiten und von oben her ſich zuſammenwölbt, und ſo eine Lamelle darſtellt, welche ſenkrecht auf dem Hirnſtamme aufſitzt und, von der Seite geſehen, wie ein gerader Pfeiler ausſieht. Dieſer Pfeiler, die erſte Anlage des kleinen Gehirnes, wächſt nun zuerſt hauptſächlich nach hinten hin aus, und zwar nur in ſeiner obern Partie, ſo daß er, von der Seite geſehen, wie ein dicker, kurzer, gekrümmter Haken erſcheint. Allmählich legt ſich nun dieſer Haken bei ſtetem Fortwachſen über die auf dem Boden der Nachhirnblaſe angeſammelte Nervenmaſſe herüber, die ſich nie zuwölbt, und bedeckt dieſe etwa in ähnlicher Art, wie die Hemiſphären des großen Gehirnes das Mittelhirn bedecken. Während auf dieſe Weiſe das kleine Gehirn in ſeinem mittleren Theile ſich ausbildet und auch nach den Seiten hin auswuchert, um ſeine Hemiſphären zu bilden, wächſt auch zugleich die Nervenſubſtanz in dem Stamme des Hinterhirnes und des Nachhirnes, und bildet dort jene verſchiedenen Stränge, grauen Knoten und queren Faſermaſſen, welche die Anatomen unter dem Namen der Brücke, der Oliven und der Pyramiden kennen.

Die Ausbildung des Rückenmarkes in ſeiner ganzen Länge iſt äußerſt einfach. Die urſprüngliche Nervenſubſtanz zeigt hier die Geſtalt einer dünnen Hohlkehle, die von dem Boden aus

nach den Seiten wuchert, ſich allmählich mehr und mehr verdickt, endlich ſich zuwölbt, und zuletzt, nachdem die innere Höhlung ſich faſt vollſtändig geſchloſſen hat, auch oben längs der Mittellinie zuſammenwächſt. In Folge dieſer Schließung bleibt noch am längſten in der Mitte des Rückenmarkes ein feiner Axenkanal übrig, der indeſſen auch noch vor der Geburt des Embryo mit Nervenſubſtanz erfüllt wird.

Die Entwickelung der Elemente des Nervenſyſtemes iſt je nach der Natur dieſer Elemente ſelbſt verſchieden. Die Nervenzellen, mögen ſie nun in dem Gehirne oder in den Ganglien vorkommen, ſind ſtets nur direkte Umwandlungen von Embryonalzellen, welche in Fortſätze auswachſen, die ſich mit den Nervenröhren verbinden. Dieſe entſtehen in den peripheriſchen Nerven aus ſpindelförmigen kernhaltigen Zellen, die ſich zu blaſſen, platten Röhren verbinden, welche anfangs grau erſcheinen, dann aber nach und nach dunklere Ränder erhalten und das fettige Mark, ſowie den Axencylinder erkennen laſſen. Die Nervenendigungen endlich entſtehen aus ſpindelförmigen oder ſternförmigen Zellen, die in höchſt feine, blaſſe, veräſtelte Fäſerchen auslaufen, welche mit einander ein weitmaſchiges Netz bilden. Dieſe Faſern verdicken ſich allmählich, und ſobald ſie auf einen gewiſſen Grad der Dicke angelangt ſind, differenzirt ſich ihre Maſſe in der Weiſe, daß man in ihrem Inneren eine zwar dünne, aber doch dunkelrandige Primitivröhre ſieht. Da dieſe Differenzirung von dem Centrum nach der Peripherie hin fortſchreitet, ſo ſieht es gerade ſo aus, als wüchſe die Primitivröhre in die blaſſe embryonale Faſer hinein. Dies iſt indeß um ſo weniger der Fall, als auch in ſolchen Organen, bei welchen durch Mißbildung eine Trennung vom Gehirne und Rückenmarke Statt findet und bei Embryonen, denen das Centralnervenſyſtem gänzlich fehlt, dennoch in den peripheriſchen Organen ſich Nerven bilden.

Vierundzwanzigster Brief.

Die Sinnesorgane.

Die Entwickelung der drei hauptsächlichsten Sinnesorgane des Kopfes: des Auges, des Ohres und der Nase, steht in bestimmten Beziehungen zu derjenigen des Gehirnes, und es zeigt sich hier eine gewisse Abstufung in diesen Beziehungen, welche gewiß nicht ohne Bedeutung für den Werth dieser einzelnen Organe ist. Die Uranlage des Auges ist ursprünglich ein Theil des Gehirnes selbst, und die äußeren Theile, welche das Auge zusammensetzen helfen, treten erst später zu dieser Uranlage hinzu. Das Ohr zeigt sich bald nach dem Auge; — seine Uranlage ist im Anfange isolirt und tritt erst in späterer Zeit, wenn gleich noch immer ziemlich früh, mit dem Centralnervensysteme in Verbindung. Die Nase endlich entwickelt sich erst viel später, als die beiden andern Sinnesorgane, und tritt auch nur sehr spät durch die Riechnerven in Verbindung mit dem Gehirne.

Was nun zuerst das Auge betrifft, so haben wir gesehen, daß die Uranlagen der beiden Augen in den seitlichen Ausbuchtungen der ersten primitiven Hirnblase, der Zwischenhirnblase, gegeben sind. Die Beobachtung bestätigt sonach keineswegs die Annahme, welche man aufgestellt hat, daß die Augen aus einem einzigen unpaaren Rudimente entstünden, welches sich bei fortschreitender Entwickelung in zwei Hälften trenne, deren jede sich zu einem Auge entwickele. Man glaubte durch diese Anwendung jene Mißgeburten erklären zu können, welche man unter dem

Namen der Cyclopen bezeichnet, und wo, Statt zwei seitlicher, nur ein einziges mittleres Auge existirt. Es kann indeß keinem Zweifel unterliegen, daß diese Ansicht eine falsche ist, da die Beobachtungen unwiderleglich darthun, daß die zwei ursprünglichen Rudimente der Augen seitlich in Form blasenförmiger Ausbuchtungen auftreten.

Die seitliche Blase, welche das Urrudiment des Auges darstellt, überwölbt sich von allen Seiten her schon früh mit Nervensubstanz, und hat nun die Gestalt einer hohlen Birne, deren Stiel in das Zwischengehirn einmündet. Die Blase selbst ist mit Flüssigkeit gefüllt, welche mit derjenigen in der Hirnhöhle durch den hohlen Stiel communicirt. Da diese Flüssigkeit durchaus wasserklar, die Nervensubstanz aber ebenfalls sehr durchsichtig ist, so erblickt man in diesem frühen Entwickelungsstadium die Augen bei der Seitenlage des Embryo als zwei sehr helle Doppelringe, deren Mitte wie ein rundes Loch erscheint. Die birnförmigen Blasen drängen nun bei fortschreitender Entwickelung, zumal da die Hemisphären sich zwischen ihnen wölben, mehr und mehr nach Außen hin. Ihr hohler Stiel, der zukünftige Sehnerv, verlängert sich mehr und mehr, und so kommt es denn, daß wir bei den jungen Embryonen die Augen ganz seitlich an dem Kopfe, etwa wie bei einem Rinde, gestellt sehen. Die Augen besitzen zugleich schon bei ihrem ersten Auftreten eine verhältnißmäßig ungeheuere Größe, so daß schon mancher Anfänger in der Entwickelungsgeschichte sie bei den ersten Embryonen, welche ihm unter die Hand fielen, verkannt haben mag.

Die hohle Blase, welche das ursprüngliche Augenrudiment bildet, entspricht keineswegs dem ganzen Auge, sondern einzig nur der Nervensubstanz desselben, nämlich der Netzhaut und dem Sehnerven. Die Augenblasen sind in Folge ihres Hervordrängens nach Außen an der Peripherie nur von einer dünnen Schicht embryonaler Substanz überzogen, während an dem Grunde einer jeden Blase, zwischen ihr und dem Gehirne, in der Umgebung des hohlen Sehnervens eine größere Masse von Bildungsmaterial angehäuft ist. Man kann also füglich behaupten, daß

bald nach dem ersten Auftreten der Augenblasen dieselben hart an der äußeren Haut anliegen, welche darüber continuirlich weggeht, und daß zu dieser Zeit keine andern Augentheile existiren, als die blasenförmige Netzhaut, die unmittelbar an der äußeren Haut anliegt.

Das nächste Organ, welches sich nun bildet, ist die Linse mit ihrer Kapsel. In der Mitte der zarten Zellenhaut nämlich, welche die Augenblase als Fortsetzung der äußeren Haut überzieht, gewahrt man schon sehr früh eine tellerförmige Grube, deren Grund sich stets mehr und mehr nach Innen hin vertieft. Bald stellt diese Grube einen Beutel dar, in welchen von Außen her eine Oeffnung führt, die, anfangs weit, sich stets mehr und mehr verengert und endlich sich ganz verschließt, so daß dann der ursprüngliche Beutel in Gestalt eines kugelförmigen Säckchens, das rundum abgeschlossen ist, an der Innenfläche der äußeren Haut zurückbleibt. Dieses Säckchen, das in seinem ganzen Umfange aus ebenso abgeplatteten polyedrischen Zellen besteht, wie die äußere Haut selbst, ist nichts anderes als die Kapsel der Linse. Diese Kapsel füllt sich im Inneren mit Zellen, aus welchen dann später die eigenthümlichen Linsenfasern sich entwickeln. Die Linsenkapsel ist demnach nichts anderes, als eine sackförmige Einstülpung der äußeren Haut, welche dem von dem Nervensysteme ausgehenden Augenrudimente etwa in ähnlicher Weise entgegenkommt, wie die oben beschriebene Einstülpung des Mundsackes, welche den Hirnanhang bilden soll, dem von der zweiten Hirnhöhle aus sich entwickelnden Hirntrichter entgegenwächst. In Folge dieser eigenthümlichen Entstehungsweise des Linsensystemes, die jetzt in übereinstimmender Weise durch mehrere Beobachter bei dem Hühnchen, den Fischen und den Sepien aufgefunden wurde, zeigt sich die Linse mit ihrer Kapsel auch stets bei jungen Embryonen hart an der Innenfläche der äußeren Haut anliegend. Erst in späterer Zeit trennt sie sich von dieser Verbindung mit der äußeren Haut und drängt mehr gegen den Grund des Auges hin, bis sie diejenige Stelle etwa in der Mitte des Augapfels erreicht, welche sie in dem Erwachsenen einnimmt.

Man hatte in früheren Zeiten, als man noch die Bildung sämmtlicher Organe aus Faltungen der verschiedenen Keimhautblätter zu erklären suchte, vielfach von Einstülpungen und Ausstülpungen dieser Blätter gesprochen, ohne indeß diese Vorgänge durch genaue Beobachtungen belegen zu können. Die neueren Nachforschungen haben nun gelehrt, daß sowohl bei der Linse, als bei dem Hirnanhang Vorgänge dieser Art unzweifelhaft existiren, obgleich man auch hier nicht jene grobmechanischen Ansichten von Faltungen, Aus- und Einstülpungen beibehalten darf, welche man nur zu leicht mit diesen Ausdrücken verbindet. Wenn man die allmähliche Ausbildung des Linsensackes, seine Vertiefung nach Innen, seine allmähliche Abschnürung beobachtet, so kann man sich allerdings nicht leicht der Vorstellung erwehren, als drücke eine unsichtbare Macht gleichsam nach und nach von Außen mit einem Stäbchen die äußere Haut in das Augenrudiment hinein und treibe jene beutelförmige Ausbuchtung vor sich her. Offenbar ist indeß diese Einstülpung das Resultat eines allmählichen Wachsens nach Innen, ganz so, wie auch die Ausstülpungen, von welchen wir bei der Entwickelung des Darmkanales reden werden, ebenfalls durch Auswachsen und späteres Auseinanderweichen der die Zellenmassen bildenden Organe gebildet werden.

Verfolgen wir nun die Bildung des Auges weiter, so sehen wir, unmittelbar nachdem die Linsenkapsel sich in ihrer sackförmigen Gestalt herangebildet hat, an der hinteren Fläche dieses Beutels eine Ansammlung wasserheller, formloser Substanz entstehen, welche Anfangs nur in sehr geringer Quantität vorhanden ist und die hintere Fläche der runden Linsenkapsel umfaßt, etwa wie das Becherchen die hintere Fläche einer Eichel. Diese durchsichtige Substanz, welche während ihrer Entwickelung stets röthlich aussieht und von vielen Blutgefäßen durchzogen ist, ist das erste Rudiment des Glaskörpers, dessen Masse stets mehr und mehr zunimmt und bald diejenige der Linse an Größe übertrifft.

Durch die Wucherung des Glaskörpers, sowie durch das Drängen der Linse nach Innen wird die vordere Fläche der Netz-

hautblaſe mehr und mehr nach Innen gegen ihre hintere Fläche zurückgedrängt. So kann man dann bald zwei Blätter der Netzhaut unterſcheiden, ein vorderes eingebogenes, das den Glaskörper in ſeine Einbiegung aufnimmt, und ein hinteres, das mit dem Sehnerven im Zuſammenhang ſteht. Je mehr die Zurückdrängung zunimmt, deſto mehr nähern ſich auch dieſe beiden Blätter der Netzhautblaſe einander, während die ſie trennende Höhle und die in derſelben enthaltene Flüſſigkeit allmählich ganz und gar verſchwindet. Aus der urſprünglichen Blaſe wird auf dieſe Weiſe durch das Zurückdrängen der vorderen Fläche eine Haut in Geſtalt eines Spitzglaſes erzeugt, deſſen Fuß dem Sehnerven, der Becher der Netzhaut entſpräche, eine Form, welche in der That diejenige der Netzhaut in dem ausgebildeten Auge iſt.

Die Entwickelung der hauptſächlichen ſtrahlenbrechenden Gebilde des Auges geht demnach durch die Einſtülpung der Linſe von Außen nach Innen, und iſt in ſich ſehr weſentlich verſchieden, indem dies Linſenſyſtem urſprünglich ein Entwickelungsproduct der äußeren Haut iſt, während der Glaskörper von ſeinem erſten Erſcheinen an durchaus ſelbſtſtändig auftritt. Ganz unabhängig von allen dieſen Gebilden entwickelt ſich nun die Aderhaut oder Choroidea, welche durch ihr ſchwarzes Pigment ſchon von früher Zeit an ſehr kenntlich iſt. Wir bemerkten oben, daß um den Sehnerven herum eine größere Menge von Bildungsmaterial angehäuft ſei, und daß dies namentlich an der oberen Fläche des Sehnervenrohrs zwiſchen ihm und dem Gehirne in größerer Menge ſich finde, während nach unten hin der Sehnerv faſt unmittelbar auf dem Dache der Mundhöhle aufliegt. Die Bildung der Aderhaut geſchieht nun in der Weiſe, daß an dem Punkte, wo der Sehnerv zur Netzhautblaſe anſchwillt, ſich eine Anfangs durchſichtige Schicht zu differenziren beginnt, welche in ihrem Wachsthume allmählich nach vorn und oben fortſchreitet und die Netzhautblaſe überzieht, während ſie zugleich durch Ablagerung ſchwarzen Pigmentes nach und nach ſich dunkel färbt. Man kann ſich dies Wachsthum nicht beſſer anſchaulich machen, als wenn man die eine geöffnete Hand allmählich von oben und

hinten her über eine Kugel wegſchiebt und dieſelbe zu umfaſſen ſtrebt. Ganz in ähnlicher Weiſe wächſt auch die Aderhaut von hinten und oben her allmählich über die Netzhautblaſe weg und ſtrebt dann, dieſe auch nach unten hin zu umfaſſen. Unter dem Einfluſſe dieſes Wachsthums plattet ſich das urſprünglich runde Sehnervenrohr ſeitlich ab und geht dann in die Augenblaſe in der Form eines platten Bandes über, deſſen Eintrittsſtelle an der unteren und inneren Seite des Auges ſich befindet. Verlängert man dieſe ſtreifenartige Eintrittsſtelle der Sehnerven nach vornen hin, ſo erhält man eine Linie, die an der unteren und inneren Seite des Augapfels verläuft. In dieſer Linie geſchieht die Vereinigung der um die Augenblaſe herumwachſenden Aderhaut. Die Narbe dieſer Vereinigung bleibt noch längere Zeit dadurch ſichtbar, daß ſich kein ſchwarzes Pigment in derſelben ablagert, und ſo ſich dieſelbe auf der ſchwarzen Aderhaut als weißer Streifen abzeichnet.

Man kann ſich von dieſem allmählichen Herumwachſen der Aderhaut um die Netzhautblaſe leicht überzeugen, wenn man hinlänglich junge Embryonen unterſucht. Man ſieht dann bei der ſeitlichen Anſicht des Embryo oftmals die Aderhaut nur in Geſtalt eines ſtark gekrümmten Halbmondes, welcher die obere Hälfte der Augenblaſe umfaßt. Die beiden äußerſten Spitzen dieſes Halbmondes krümmen ſich mehr und mehr nach unten und umfaſſen bald die Augenblaſe ganz, indem ſie ſich unten und innen Anfangs nur in einem Punkte berühren und in der Mitte ein birnförmiges Loch zwiſchen ſich laſſen, das urſprüngliche Sehloch, das nach und nach durch Vergrößerung der Berührungsſtelle aus der birnförmigen Geſtalt in eine vollkommen runde übergeht.

Bei dem Anwachſen nach vorn hat ſich die Aderhaut unmittelbar an die innere Wand der äußeren Haut angelegt und ſich ſomit zwiſchen dieſe und die verhältnißmäßig noch ſehr große Linſenkapſel eingeſchoben. Unterſucht man daher das Auge eines Embryo aus der Periode, wo die Aderhaut eben ihre Umwachſung vollendet hat, ſo findet man keine vordere Augenkammer,

wie bei dem Erwachſenen, keine Iris in Geſtalt eines beweglichen ſenkrechten Vorhanges, ſondern man ſieht, daß die weit ausgeſchnittene Aderhaut unmittelbar an der äußeren Augenhaut anliegt, daß die Linſe mit der inneren Fläche der äußeren Augenhaut in Berührung iſt und in ihrer Peripherie von dem ausgeſchnittenen Rande des in der Choroidea ausgeſchnittenen Sehloches berührt wird. Es beginnt nun die genauere Differenzirung der Hornhaut und der Sklerotika als äußere Hüllen des Augapfels, die im Anfange von der umgebenden Bildungsmaſſe nicht gehörig getrennt werden konnten und bei ihrem erſten Auftreten einander ſehr ähnlich ſehen, weil die Sklerotika anfangs ganz durchſichtig iſt, wie die Hornhaut, und erſt ſpäter ihre eigenthümlichen Faſern ſich ausbilden.

Die letzte Bildung des inneren Augapfels bezieht ſich auf das Zurückweichen der Linſe nach dem Grunde des Auges hin und die damit verbundene Entwickelung der vorderen Augenkammer, der Iris und der Häute, welche bei dem Embryo die Pupille verſchließen und mit der Kapſelwand in Verbindung ſetzen. Der freie Vorhang der Iris entſteht offenbar auf die Weiſe, daß der vordere Rand der Choroidea, nachdem die Spalte geſchloſſen iſt, ſich theilweiſe von ſeiner Berührung mit der Hornhaut ablöſt, weiter nach Innen vorwächſt, und auf dieſe Weiſe ringartig die Pupille verengert. Wir haben geſehen, daß bei der urſprünglichen Lagerung der Theile die Linſe an der inneren Hornhautfläche ſelbſt anhing und von der Pupille eng umſchloſſen wurde. Es möchte faſt ſcheinen, als hänge die Ablöſung der Linſe von der Hornhaut damit zuſammen, daß die Choroidea ſich vorn an der Innenfläche der Hornhaut zu einem vollſtändigen Sacke ſchließt, der anfangs der Hornhautfläche anliegt, dann in ſeinem vorderen Theile zurückweicht, und während dieſes Zurückweichens ringartig Pigment in dem Umkreiſe des Sehloches ablagert. So viel iſt wenigſtens Thatſache, daß, ſobald die Iris gebildet iſt, ihre mittlere Oeffnung, die Pupille, mittelſt einer durchſichtigen aber gefäßreichen Haut verſchloſſen iſt, die ſich bis gegen die Geburt hin erhält und erſt zu dieſer

Zeit allmählich durch Aufsaugung verschwindet. Diese Haut, welche den Namen der Pupillarmembran trägt, ist eigentlich nur der vordere Theil eines Sackes, der nach Innen durch das Sehloch hindurch auf die Linsenkapsel sich fortsetzt und diese gänzlich umhüllt. Dieser gefäßreiche Sack, den man den Kapsel-Pupillarsack genannt hat, dessen Existenz heftig bestritten wurde, aber jetzt mit der evidentesten Gewißheit dargethan ist, bildet sich ebenfalls allmählich gegen die Geburt hin zurück und verliert sich vollständig. Da er die Linse gänzlich umhüllt und nach vorn hin zu der Pupille gehend an dem Rande derselben sich befestigt, so scheint seine Entstehung mit dem Zurückweichen der Linse in gewisser Beziehung zu stehen, die noch nicht näher ermittelt ist.

Ueberblicken wir die Entstehungsgeschichte des Augapfels noch einmal im Ganzen, so sehen wir, daß die verschiedenen Theile desselben in durchaus verschiedener Weise sich ausbilden, und daß fünf verschiedene Organanlagen sich mit einander combiniren, um die so verwickelte Bildung des Augapfels herzustellen: die Netzhaut mit dem Sehnerven, der Glaskörper, die Linse mit ihrer Kapsel, die Aderhaut mit der Iris, die Hornhaut mit der Sklerotika, entstehen alle gesondert für sich und in unabhängiger Weise von einander.

Bis zu dem Anfange des dritten Monates etwa liegen die Augen noch ganz frei an der äußeren Fläche des Kopfes, und die äußere Haut geht glatt über sie weg. Die Augenlider beginnen dann sich in Form zweier schmaler Hautfalten zu zeigen, die sich schnell vergrößern, über die vordere Fläche des Augapfels hinüber einander entgegen wachsen, schon gegen Ende des dritten Monates den Augapfel ganz bedecken und sogar in der Augenlidspalte mit einander verwachsen. Bei dem menschlichen Embryo löst sich diese Verwachsung schon ziemlich lange vor der Geburt. Bei vielen Thieren hingegen, wie z. B. den Fleischfressern, kommen die Jungen mit geschlossenen Augen zur Welt und öffnen sie erst einige Tage nach der Geburt.

Das Ohr und zwar das innere Ohr oder das Labyrinth zeigt ſich in ſeiner erſten Anlage auf jeder Seite des Nackens als ein vollkommen rundes, waſſerhelles Bläschen, das eine dicke Wandung hat, welche unter dem Mikroſkop ſich als Ring darſtellt. Jedes Bläschen iſt vollkommen kugelig und durchaus abgeſchloſſen von der Nachhirnzelle, zu deren Seiten es liegt. Man glaubte früher, das urſprüngliche Ohrbläschen verdanke ſeine Entſtehung einer ähnlichen Wucherung, wie diejenige, welche dem Rudimente der Augen das Daſein giebt. Neuere Unterſuchungen haben indeſſen nachgewieſen, daß das Bläschen von Anfang an durchaus iſolirt ſei und erſt ſpäter durch einen hohlen Stiel, den Gehörnerven, mit dem Nachhirne in Verbindung trete. Da der Kopf bei dem Embryo verhältnißmäßig ungeheuer groß iſt und ſich erſt ſpäter durch Verkürzung ſeiner Baſis zuſammenſchiebt, ſo ſcheint das Ohrſäckchen anfangs ungemein weit von der Augenblaſe entfernt. Es begegnet jungen Embryologen ſehr häufig, die Kopfbeuge, welche ſich doch erſt in der Mitte des Kopfes befindet, für deſſen Ende zu halten, und ſich dann zu wundern, daß die beiden primitiven Ohrbläschen ſo weit hinten am Halſe liegen, während ſie in der That unmittelbar neben dem Anfange des Nachhirnraumes faſt ſenkrecht über dem vorderen Ende des Herzens ſich befinden; eine Lagerung, die ſich durch die ſtarke Ueberbeugung des Kopfes gegen die Bruſt hin erklärt.

Das Ohrbläschen wächſt, nachdem es ſich durch den erwähnten Stiel des Hörnerven mit dem Gehirne in Verbindung geſetzt hat, ſehr raſch nach allen Seiten hin aus und verwandelt allmählich ſeine kugelige Geſtalt in diejenige einer dreiſeitigen Pyramide, deren Spitze nach oben gekehrt iſt. Bei der Seitenlage des Embryo erſcheint demnach jetzt das Ohrbläschen in der Geſtalt eines Dreiecks, das beinahe gleiche Seiten beſitzt. Um dieſes Dreieck herum lagert ſich nun eine bedeutende Menge von Bildungsmaterial, welches ſehr bald in zelligen Knorpel übergeht, ſo daß nun das ganze Rudiment des Ohres von einer knorpeligen Kapſel umhüllt iſt, welche die weiteren Vorgänge im

Inneren ziemlich verbirgt. Es scheint, daß diese Knorpelmasse von allen Seiten her in die Pyramide des Ohrbläschens hineinwuchert und die Ränder derselben abschneidet, so daß nun die drei Bogengänge oder halbzirkelförmigen Kanäle aus den Seiten der Pyramide hervorgehen, während die Basis der Pyramide als Säckchen überbleibt und den Vorhof des Labyrinthes bildet. Dies scheint mir wenigstens nach Beobachtungen an äußerst durchsichtigen Fischembryonen der wesentliche Bildungshergang der halbzirkelförmigen Kanäle, und es steht mit dieser Ansicht die Bildung der Kanäle selbst in Einklang, welche im Anfang kurz, verhältnißmäßig sehr weit, nur sehr wenig gebogen und durch geringe Zwischensubstanz von einander getrennt sind. Mit der Zunahme dieser knorpeligen Zwischensubstanz entwickelt sich die Biegung der Kanäle immer mehr, während die Kanäle selbst zugleich dünner und schlanker werden. Nur die Einmündungsstellen der Kanäle in den Vorhof bleiben in ihrer ursprünglichen Weite und sacken sich sogar aus, um die Ampullen zu bilden. Auf dieser Stufe der Bildung bleibt bei den meisten Fischen das Ohr Zeitlebens stehen, indem es bei diesen Thieren nur aus den halbzirkelförmigen Kanälen, dem Vorhofe und einem unteren Kalksacke besteht, der größtentheils dem Hörnerven zur Ausbreitung dient. Dieses ganze Ohr bleibt stets in den Knochen und Knorpeln des Kopfes verborgen und erhält nie äußere Theile. Bei den höheren Thieren bildet sich an dem ursprünglichen Ohrlabyrinthe zuerst noch die stumpfe Kapsel der Schnecke, welche bei fortdauerndem Wachsthum sich spiralig einrollt und so diejenige Gestalt gewinnt, welche sie bei dem erwachsenen Thiere besitzt.

Das mittlere und äußere Ohr, welche der Zuleitung der Schallstrahlen bestimmt sind, entwickeln sich ganz abgesondert von dem inneren Ohr aus den ursprünglichen Kiemenbogen und Kiemenspalten des Embryos. Wir werden später sehen, daß der Embryo der höheren Thiere in der That bei der ersten Entwickelung des Gesichtes und des Halses dort förmliche Kiemenspalten besitzt, welche durch bogenartig gekrümmte Fortsätze, die

Kiemenbogen, von einander getrennt sind. Der vorderste dieser Kiemenbogen wird großentheils zum Unterkiefer, und das obere Ende der Spalte, welche ihn von dem zweiten Kiemenbogen trennt, bildet sich zum mittleren und äußeren Ohr um. Dies scheint auf den ersten Anblick kaum glaublich, und in der That haben erst die Untersuchungen der neueren Zeit diese Vorgänge mit größerer Bestimmtheit kennen gelehrt. Betrachtet man den Schädel eines Erwachsenen, an welchem der Unterkiefer abgenommen ist, so sieht man hinter der äußeren Ohröffnung eine länglich griffelartige Spitze herabgehen, an welcher ursprünglich das Zungenbein befestigt ist, und die selbst einen Theil des Schläfenbeines ausmacht, in welchem das mittlere Ohr vergraben liegt. Stellt man sich nun vor, daß der Unterkiefer, Statt beweglich in seinem Gelenke aufgehängt zu sein, in demselben angewachsen wäre, so würde man zwischen dem Unterkiefer und dem Griffelfortsatze eine Spalte sehen, die in den hinteren Theil der Rachenhöhle führt, und über deren oberem Ende sich der Gehörgang und das mittlere Ohr befänden. Es bedürfte nur eines Hammerschlages, um mit dem Meisel diese geschlossene Trommelhöhle zu öffnen und in das obere Ende der Spalte zu verwandeln. Eine solche Bildung findet sich aber Anfangs beim Embryo. Statt eines beweglich angehefteten Unterkiefers findet sich ein Streifen von Bildungsmasse, welcher ununterbrochen von der Schädelbasis aus nach unten sich fortsetzt. Statt eines mehrfach gegliederten Zungenbeinhorns und eines Griffelfortsatzes findet sich ein zweiter solcher Streifen von Bildungsmasse, der von dem ersten durch eine tiefe Spalte getrennt ist, welche in die Rachenhöhle führt.

Das obere Ende dieser Spalte schließt sich nun durch Wucherung der Bildungsmasse ab und bildet eine Röhre, die von Außen nach Innen führt und durch die besondere Entwickelung der Theile im Knie gebogen wird. Das Knie selbst erweitert sich blasenartig und wird zur Trommelhöhle, das äußere Ansatzstück wird äußerer Gehörgang, das innere nach der Rachenhöhle führende Stück Eustachische Trompete. Die

Knöchelchen des inneren Ohres entstehen theils aus den beiden Kiemenbogen selbst, theils aus der Bildungsmasse, welche das mittlere Ohr von dem unteren Theile der Kiemenspalte abschließt. Der Hammer mit dem Ambos entstehen aus dem ersten Kiemenbogen, und ersterer bildet, wie wir sehen werden, gleichsam die Grundlage des ganzen Unterkiefers; — der Steigbügel bildet sich aus dem zweiten Kiemenbogen und ist nichts anderes als die abgelöste obere Fortsetzung des Griffelfortsatzes; — der Trommelfellring endlich nebst dem Trommelfelle entwickeln sich aus dem Schließungsmaterial der Kiemenspalten.

Das äußere Ohr bildet sich aus einer Hautfalte, die sich allmählich mehr und mehr erhebt, und die Form der Muschel annimmt, die wir bei dem Erwachsenen kennen.

Es geht aus dem Gesagten zur Genüge hervor, daß auch das Ohr seiner Entstehung nach ein complicirtes Organ sei, welches sich im Laufe der Entwickelung aus mehreren anfänglich streng geschiedenen Theilen zusammensetzt. Das Labyrinth entsteht selbstständig für sich; die Nervensubstanz kommt ihm von Innen her entgegen und bildet sich in dasselbe als Hörnerve hinein, während das mittlere Ohr von Außen her sich an das Labyrinth anlegt und mit ihm verbindet. Wollte man nach Vergleichungspunkten zwischen dem Ohre und dem Auge suchen, so würde man erkennen müssen, daß das Linsensystem in ähnlicher Weise sich von Außen nach Innen fortschreitend entwickelt, wie das mittlere Ohr, das dem Stiel des Ohrbläschens der ursprünglichen Netzhautblase und den Sehnerven entspricht, und daß dem Ohrbläschen selbst als isolirt entstehendem Theile nur der Glaskörper, seiner selbstständigen Entwickelung wegen, verglichen werden kann.

Die Nase zeigt sich zuerst in Form zweier meist länglich eiförmiger Grübchen, welche an der vorderen Fläche des Kopfes nahe an der Mittellinie sich befinden. Eine Linie, welche man von einer Augenblase zur andern ziehen würde, träfe auf diese

beiden äußeren Naſengruben, die Anfangs ganz flach und ſogar durch ihre aufgewulſteten Ränder etwas über die Fläche des Kopfes erhaben ſind. Einer jeden dieſer grubenförmigen Einſenkungen wächſt von der unteren Fläche der Hemiſphären, und zwar von der Stelle, wo ſich auf dem Boden der Großhirnzelle der Streifenhügel erhebt, ein kolbenartiges Gebilde entgegen, welches ſich allmählich der inneren Seite der Naſengrube nähert, mit dieſer verwächſt und dann den Riechnerven darſtellt. Die erſte Anlage der Naſe wird demnach jederſeits aus einer äußerlichen, nach hinten geſchloſſenen Grube gebildet, an deren Innenfläche die hohlen Riechnerven anſitzen.

Ich muß offen geſtehen, daß mir die weitere Ausbildung dieſer Naſengruben zu der bei den höheren Wirbelthieren vorhandenen, nach hinten offenen Naſe noch nicht völlig klar geworden iſt. So viel ſcheint mir indeß ſicher, daß dieſe Naſengruben nicht den äußeren Naſenöffnungen, ſondern vielmehr dem Orte entſprechen, wo der Riechnerv durch die Siebbeinplatte an die Naſenſchleimhaut herantritt, und daß demnach die ganze äußere Naſe und die nach hinten ſich öffnenden Naſengaumengänge um dieſe urſprünglichen Naſengruben herumgebildet werden und gleichſam einem Vorbaue derſelben entſprechen. Das zwiſchen und hinten bei den Naſengruben angehäufte Bildungsmaterial verknöchert allmählich, wächſt nach den Seiten herum aus und bildet ſo die Scheidewand der Naſenhöhle, die Riechmuſcheln und die Siebbeinplatte; — alles Theile, welche meiner Ueberzeugung nach geſondert entſtehen und anfänglich in ihrer Geſammtheit eine Art knorpeliger Kapſel um die Naſengrube bilden, welche deren Grund wie ein in der Mitte getheilter Becher umfaßt. Die Bildungsmaſſe, welche die urſprünglichen Naſengruben nach unten hin umgiebt und von der Mundhöhle trennt, entwickelt ſich zu einem beſonderen Knochen, dem Zwiſchenkiefer, welcher indeß bei dem Menſchen ſehr bald mit dem Oberkiefer ſich vereinigt. Dieſer ſelbſt iſt ein innerer wagerechter Fortſatz des erſten Kiemenbogens, der von beiden Seiten her gegen die Mitte hin vorwächſt. Auf dieſe Weiſe entſteht der knöcherne Gaumen, welcher

ein Zwiſchendach bildet zwiſchen der Mundhöhle und der Schädelbaſis. Das Reſultat dieſer Vereinigung der beiden Oberkiefer mit dem mittleren Sporne, der als Zwiſchenkiefer, Pflugſcharbein und ſenkrechte Siebbeinplatte die beiden Naſengruben trennt, iſt eben die Bildung zweier horizontalliegender Gänge der beiden Naſengaumengänge. Der Eingang derſelben überwölbt ſich dann nach vornen durch die äußere Naſe, deren Scheidewand Anfangs noch ſehr breit iſt, ſpäter aber allmählich immer dünner wird.

Aus dieſer Bildungsweiſe des knöchernen Gaumens durch allmähliches Verwachſen nach Innen erklärt ſich ſehr leicht eine Mißbildung, die man unter dem Namen des Wolfsrachens kennt. Sehr häufig nämlich entwickelt ſich der Oberkiefer nur unvollſtändig. Er erreicht nicht die innere Scheidewand der Naſengruben, und es bleibt dann eine Längsſpalte, welche die Mundhöhle mit der Naſenhöhle in Verbindung ſetzt. Eine äußere Andeutung dieſer unvollſtändigen Vereinigung iſt die Haſenſcharte, welche zuweilen doppelt, meiſt nur auf einer Seite, entwickelt iſt.

Fünfundzwanzigster Brief.

Das Skelett.

Die Entstehung der ersten Anlage des Skelettes führt auf die früheste Zeit der embryonalen Entwickelung zurück, nämlich zu derjenigen Epoche, wo sich in dem serösen Blatte der Keimhaut die Primitivrinne gebildet hat, innerhalb welcher, wie wir gesehen haben, das Nervensystem sich ausbildet. Unmittelbar nach dem Auftreten dieser Rinne erblickt man in der Längenaxe des Körpers einen mehr oder minder dunkeln cylindrischen Strang, der den Boden der Primitivrinne zu bilden scheint, in Wahrheit aber auch nach oben von einer geringen Menge embryonaler Substanz bedeckt ist. Man nennt diesen Strang, der durchaus cylindrisch ist, die Rückensaite oder Chorda. Sie zeigt sich bei allen Embryonen äußerst früh, bildet sich aber bei den niedern Wirbelthieren weit mehr aus, als bei den Säugethieren. Sie entsteht auf die Weise, daß anfänglich mit dunkeler Körnermasse gefüllte Zellen sich linear aneinanderreihen und später zu einer homogenen Masse zusammenschmelzen. In dieser Masse entwickeln sich nun kleine, vollkommen durchsichtige, wasserhelle Zellen, die sich allmählich mehr und mehr vergrößern, die körnige Ursubstanz verdrängen und so dem Strange ein vollkommen durchsichtiges Ansehen geben; daher kommt es denn auch, daß die Chorda unmittelbar nach ihrem Entstehen dunkeler erscheint, als die umgebende Embryonalmasse, während in späterer Zeit gerade der umgekehrte Fall eintritt.

Zu gleicher Zeit, wie ſich dieſe Zellenmaſſe in der Chorda ſelbſt entwickelt, differenzirt ſich auch von Außen um dieſelbe herum eine Schicht von Belegungsmaſſe, welche nach und nach zunimmt und eine dicke Scheide um die Chorda bildet, ſo daß dieſe jetzt als ein cylindriſches, mit Zellen angefülltes Rohr erſcheint. Dieſe Belegungsmaſſe wuchert nun namentlich an einzelnen Stellen bedeutend nach den Seiten hinaus und ſtellt ſich ſo in Form kleiner viereckiger Blättchen dar, deren Bildung in der Nackengegend unmittelbar an dem hinteren Ende der Nachhirnzelle beginnt und von dort aus raſch nach hinten fortſchreitet. Dieſe viereckigen Blättchen, welche aus dunkeler körniger Sub-

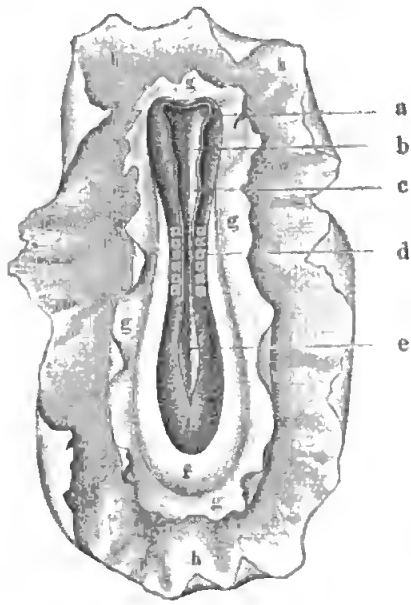


Fig. 47. Die Embryonalanlage in einem Hundei, etwa 20 Tage nach der Befruchtung. Der über die Keimblaſe mit der Bauchfläche hingebogene, werdende Embryo iſt losgelöſt und mit den ihn umgebenden Häuten flach ausgebreitet worden, daß man ihn vom Rücken aus ſieht. Die Primitivrinne klafft noch weit auseinander — ſie iſt überall mit einem hellen Streifen umgeben, der erſten Ablagerung von Subſtanz an den Wänden der Rinne. In der Tiefe der Rinne ſieht man die Rückenfalte als dunkleren Streifen. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn — alle drei noch in Geſtalt von Ausbuchtungen der Primitivrinne. c. Lanzettförmige hintere Erweiterung der Primitivrinne. (Rhombiſche Bucht, sinus rhomboidalis.) d. Feſte Anlagen der Wirbelkörper. f. Peripheriſcher Theil des Embryo (Bauchplatten), in deren Umkreis das animale Blatt g. und das vegetative Blatt h. mit einander zuſammengeheftet ſind. i. Körper des Embryo (Rückenplatten).

ſtanz gebildet und nur durch dünne Zwiſchenräume von einander getrennt ſind, lagern ſich ſehr genau ſymmetriſch von beiden Seiten her an die Chorda an. Sie ſind die erſten Rudimente der Wirbelkörper. Dieſe Platten wachſen nun allmählich von der Seite her nach oben und unten um die Chorda herum und umgeben dieſelbe in Geſtalt von Ringen. Jeder Wirbelkörper bildet demnach in ſeinem urſprünglichen Zuſtande einen Ring um die Chorda, der bei den höheren Wirbelthieren zu beiden Seiten angeſchwollen iſt, ſo daß bei der Anſicht des Embryo von oben oder unten ſtets noch die Ringe in Geſtalt viereckiger Platten erſcheinen. Bei dem ferneren Fortwachſen des Wirbelkörpers nach Innen wird die von ihnen umſchloſſene Chorda allmählich verdrängt und bei den höheren Wirbelthieren gänzlich verzehrt, während ſie bei den Fiſchen noch als gallertartige Subſtanz in den Höhlungen der Wirbelkörper übrig bleibt. Bei den Fiſchen und nackten Amphibien zeigt ſich indeß auch noch der Unterſchied in der Entwickelung der Wirbelkörper, daß dieſelben nicht zu beiden Seiten der Chorda in Geſtalt quadratiſcher Plättchen auftreten, ſondern daß ſie gleich vom erſten Augenblicke an vollſtändige Ringe um die Chorda bilden, welche überall eine gleichmäßige Dicke beſitzen.

Die Belegungsmaſſe der Chorda beſchränkt ſich indeß nicht einzig darauf, daß ſie eine Scheide um den inneren Zellenſtrang bildet, ſie ſetzt ſich auch nach oben gegen die Rückenfläche hin fort, und differenzirt ſich hier in Geſtalt eines zweiten Rohres, welches das Rückenmark umhüllt. So ſtellen es wenigſtens die meiſten Embryologen dar. Es hat mir indeſſen ſcheinen wollen, als ſei dieſes Umhüllungsrohr des Rückenmarkes eine ſelbſtſtändige Bildung, welche erſt ſpäter mit der Belegungsmaſſe der Chorda in Verbindung tritt, ohne dieſer von Anfang an anzugehören. Wie dem auch ſei, ſo viel iſt gewiß, daß in dieſem Umhüllungsrohre ſelbſtſtändig und in durchaus unabhängiger Weiſe, aber den Wirbelkörpern entſprechend, einzelne Knochenſtücke entſtehen, welche nach oben und unten fortwachſen und in Spitzbogen über dem Rückenmarke ſich vereinigen, während ſie

nach unten auf den Wirbelkörper ſich aufſetzen. Dieſe ſymmetriſchen Stücke, welche iſolirt für ſich entſtehen und bei vielen Embryonen ſogar viel früher verknöchern, als die Wirbelkörper ſelbſt, ſind die Bogenſtücke oder hinteren Wirbelbogen.

In ähnlicher Weiſe ſondern ſich auch in der Embryonalmaſſe, welche die Bauchwände bilden ſoll, ſelbſtſtändige Skelettſtückchen aus, welche ſich bogenförmig nach unten krümmen und die Eingeweide zu umfaſſen ſtreben. Auch dieſe Stücke, welche je nach den einzelnen Wirbeln zu Rippen, queren oder ſchiefen Fortſätzen werden, entſtehen ſelbſtſtändig für ſich in der Embryonalſubſtanz und vereinigen ſich erſt ſpäter mit dem Wirbelkörper. Man hat öfter die Entſtehung der Wirbel und der Wirbelfortſätze in der Art dargeſtellt, als entſtehe zuerſt der Wirbelkörper und als ſtrahlten dann aus dieſem centralen Punkte die einzelnen Fortſätze hervor und krümmten ſich bogenförmig einerſeits nach oben um das Rückenmark, anderſeits nach unten um die Eingeweide und die großen Gefäße herum, ſo daß alſo das Schema des Wirbeltypus eine 8 ſei, in deren Verſchlingungspunkt der Wirbelkörper liege, während nach oben und unten hin die Fortſätze zur Umfaſſung der angegebenen Theile vorhanden wären. Das Bild iſt allerdings richtig; — die Entſtehungsweiſe der 8 aber darin verſchieden, daß jedes Stück für ſich ſelbſtſtändig entſteht und erſt ſpäter mit den andern zuſammenſchießt.

Die weſentliche Bedingung zur Entſtehung eines Wirbels iſt die Chorda, und man kann als Grundſatz ausſprechen, daß nirgends ein Wirbelkörper ſich entwickelt, wo nicht vorher eine Chorda ihm als Grundlage gedient habe. Deshalb ſieht man auch bei den Embryonen, deren Hintertheil ſich zu einem Schwanze verlängert, die Chorda nach und nach in den Schwanz ſich fortſetzen und dort gleichſam die Wirbelbildung anregen. Bei vielen Thieren bleibt die Chorda das ganze Leben hindurch in dem urſprünglichen embryonalen Zuſtand. Das niederſte Wirbelthier, welches man bis jetzt kennt, der Amphioxus, beſitzt gar keinen andern Skelettheil. Bei den Lampreten und Neunaugen, ſowie

bei den Stören gesellen sich zu dieser persistirenden Chorda selbstständige knorpelige Bogenstücke, und wenn man die Reihe der Wirbelthiere aufwärts verfolgt, so lassen sich alle Stadien der Entwickelung, welche man bei den Embryonen kennt, in dem Baue der Wirbelsäule erwachsener Thiere nachweisen.

Wir haben oben bemerkt, daß die vorderste Wirbelplatte unmittelbar hinter dem Ende der Nachhirnzelle sich zeigt. Die Chorda ragt indeß weiter nach vorn über diesen ersten Wirbelkörper des Halses hinaus. Ihr vorderes Ende, das wie ein zugespitzter Pfahl in der umgebenden Embryonalmasse steckt, findet sich zwischen den beiden Ohrbläschen in der Gegend, wo die Blase des Mittelhirnes beginnt. Man hat noch nie einen Embryo entdeckt, bei welchem das vordere Ende der Chorda weiter nach vornen über das Mittelhirn hinausgeragt hätte.

Die Belegungsmasse der Chorda, in welcher, wie wir oben gesehen haben, die ersten Wirbelanlagen sich differenziren, bildet von dem vorderen Ende der Wirbelsaite aus zwei eigenthümliche, geradeaus gerichtete Fortsätze, welche sich um den Hirnanhang herumkrümmen und vor demselben zusammenstoßen. Diese beiden Fortsätze, welche cylindrisch sind und die seitlichen Schädelbalken genannt werden, gehen von einer etwas breiteren Platte der Belegungsmasse der Chorda aus, welche unter der Nachhirnzelle sich entwickelt. Sie stellen in ihrer Gesammtheit mit der Chorda etwa die Figur einer Raquette dar, wie man sie zum Schlagen des Federballes benutzt. Der Stiel dieser Raquette wird von der Chorda, die Seitentheile von den beiden seitlichen Schädelbalken repräsentirt. Von der breiteren Platte, welche man die Nackenplatte nennt, erhebt sich senkrecht ein knorpeliger Sporn, der in die Stelle der Kopfbeuge zwischen zweiter und dritter primitiver Hirnzelle eindringt und gleichsam die Axe bildet, um welche diese Kopfbeuge sich herstellt. Dieser Sporn, den man den mittleren Schädelbalken genannt hat, verschwindet wieder spurlos in späterer Zeit, während die seitlichen Schädelbalken eine wichtige Rolle in der späteren Entwickelung des knöchernen Schädels spielen.

Außer den genannten Theilen zeigen ſich an dem Kopfe noch andere knorpelige Gebilde, welche ebenfalls für die Entwickelung des knöchernen Schädels von Wichtigkeit ſind. Die beiden Ohrblaſen werden, wie ſchon in dem vorigen Briefe erwähnt wurde, von knorpeligen Kapſeln umhüllt, welche anfangs durchaus iſolirt entſtehen und erſt ſpäter einigermaßen mit der Nackenplatte verwachſen. Nicht minder iſolirt bildet ſich die knorpelige Doppelkapſel, welche das Geruchsorgan umhüllt, und aus der, wie oben bemerkt, das Siebbein, der Zwiſchenkiefer und noch andere Knochen ſich entwickeln.

Um das ganze Gehirn differenzirt ſich eine Schicht von Knorpelſubſtanz, welche eine continuirliche Kapſel bildet, die die Nervenſubſtanz von allen Seiten her einhüllt. Dieſe knorpelige Gehirnkapſel ſteht mit den eben angeführten Theilen, namentlich mit der raquettenförmigen Schädelbaſis, in keiner organiſchen Verbindung und läßt ſich leicht von denſelben loslöſen. Sie bildet ein continuirliches Ganze, und man kann ſich nicht beſſer eine Vorſtellung davon verſchaffen, als wenn man den Schädel eines Haifiſches unterſucht. Dieſer iſt ebenfalls ein aus dem Ganzen gegoſſenes Stück, welches das Gehirn von allen Seiten umhüllt und keinerlei Abtheilungen zeigt. Ebenſo verhält ſich auch die primitive Gehirnkapſel des Embryo; — ſie beſteht aus einem einzigen Stücke, welches auf den Schädelbalken aufliegt, ohne Anfangs ſelbſt mit denſelben zu verwachſen.

Man ſieht aus dieſer Darſtellung, daß der primitive Schädel des Embryo aus ſehr verſchiedenen Stücken zuſammengeſetzt iſt, die vollkommen getrennt von einander beſtehen, und ſomit auch nicht einem und demſelben Entwickelungstypus angehören können. Mit der Chorda oder dem Wirbelſyſteme in näherer Beziehung ſtehen allein die ſeitlichen Schädelbalken, die Nackenplatte, von welcher die Schädelbalken ausgehen, und die Geſichtsplatte, in welcher ſie ſich unmittelbar vor dem Gehirnanhange wieder vereinigen. Die knorpeligen Kapſeln des Gehirnes, der Gehörorgane und der Naſe ſind in ihrer Anlage dem Wirbelſyſteme durchaus fremd und haben mit demſelben auch nicht das Ge-

ringſte gemein. Wenn man die Entwickelung der einzelnen Theile des knöchernen Schädels verfolgt, ſo iſt aus dieſem Grunde wohl darauf zu achten, aus welcher dieſer verſchiedenen knorpeligen Grundlagen ein ſpezieller Knochen hervorgehe, da ſich hieraus von ſelbſt ein Schluß über die Natur und die Beziehung eines jeden einzelnen Knochen ergiebt.

Im Allgemeinen muß hier bemerkt werden, daß jedem oder wenigſtens den meiſten Knochen eine knorpelige Grundlage vorangeht, aus welcher ſich erſt die Knochenſubſtanz entwickelt. Ich habe geſagt, den meiſten Knochen, weil man ſchon einige Beiſpiele von Knochen kennt, die unmittelbar, ohne vorläufige Bildung einer knorpeligen Grundlage, aus der embryonalen Bildungsmaſſe hervorzugehen ſcheinen. In welcher Weiſe die Umwandlung des Knorpelgewebes im Knochengewebe geſchieht, iſt noch nicht hinlänglich ausgemacht, trotz vielfältiger Unterſuchungen, welche man über dieſen Punkt angeſtellt hat. Meiſtens erzeugen ſich in den knorpeligen Grundlagen der Knochen einzelne Punkte, ſogenannte Knochenpunkte, von welchen aus die Verknöcherung nach allen Seiten hin fortſchreitet. Man hat früher auf das Erſcheinen dieſer Knochenpunkte vieles Gewicht gelegt, nach mancherlei Streitigkeiten über deren Zahl und Lagerung in den einzelnen knorpeligen Elementen aber bald einſehen müſſen, daß dieſe Unterſuchungen nur ſehr wenige Reſultate liefern konnten, welche von allgemeinerem Intereſſe wären. Nicht minder hat man ſich vielfältig abgequält, um die Epoche, in welcher die einzelnen Knochen bei dem menſchlichen Fötus verknöchern, zu beſtimmen, und hat ſich dabei überzeugt, daß die Verknöcherung durchaus nicht in derſelben Reihenfolge geſchieht, als die knorpeligen Grundlagen auftreten, und daß demnach manche Stücke des Skelettes ſehr lange knorpelig bleiben, während andere faſt unmittelbar nach ihrem Erſcheinen verknöchern.

Die raquettenförmige Grundlage, die aus den ſeitlichen Schädelbalken und deren Endplatten und Anfangsplatten beſteht, umfaßt von allen Seiten den Hirnanhang, der, wie wir oben ſahen, aus einer Ausſackung der Mundſchleimhaut hervorgegangen

iſt. Betrachtet man den knöchernen Schädel eines Erwachſenen, von welchem die Decke abgehoben iſt, ſo daß man die innere Fläche, auf welcher das Gehirn ruht, erblicken kann, ſo ſieht man, daß der Hirnanhang in einer tiefen Grube des Keilbeines verborgen liegt, welche man den Türkenſattel genannt hat. Dieſe Grube entſpricht alſo ohne Zweifel dem Raume, in welchem das vordere Ende der Chorda frei vorragt, und der von den beiden ſeitlichen Schädelbalken umſchloſſen iſt. Der Türkenſattel iſt mit einem Worte der Reſt jenes ſenkrechten Loches, durch welches die Mundſchleimhaut ſich beutelartig hervorſtülpt, um den Hirnanhang zu bilden. Dieſes Loch iſt anfangs bedeutend größer als der Hirnanhang, verengert ſich aber allmählich um denſelben durch Verknöcherung der ſeitlichen Schädelbalken, die auf dieſe Weiſe in dem knöchernen Schädel einen einzigen Knochen, den Körper des Keilbeines bilden. Der Körper des Keilbeines umfaßt demnach niemals einen Theil der Wirbelſaite; er ſtellt vielmehr eine horizontale Platte dar, welche anfangs durch ein ſenkrechtes Loch in der Mitte durchbohrt war. Die Entwickelung des Keilbeinkörpers hat ſonach nicht die mindeſte Aehnlichkeit mit derjenigen eines Wirbelkörpers, und wenn man auch zur Unterſtützung dieſer Anſicht anführen will, daß der Keilbeinkörper aus der über die Chorda ſelbſt verlängerten Belegungsmaſſe der Wirbelſaite entſtanden iſt, ſo muß man doch auf der andern Seite berückſichtigen, daß eine ſenkrechte Durchbohrung durchaus mit der Natur eines Wirbelkörpers unverträglich erſcheint.

Vollſtändigen Wirbeltypus bietet in ſeiner Entſtehung das Hinterhauptbein dar. Der Körper deſſelben entwickelt ſich als Ring um die Chorda, die er nach und nach umſchließt und gänzlich abſorbirt. Die Seitentheile, welche das verlängerte Mark umfaſſen, entſtehen, wie die Bogenſtücke der Wirbel, als getrennte Stücke in dem Umhüllungsrohr des verlängerten Markes.

Der vordere Theil der knorpeligen Schädelbaſis, in welchem ſich die beiden ſeitlichen Schädelbalken vereinigen, ſtellt anfänglich eine ſchmale Platte dar, welche kaum breiter iſt, als die Schädelbalken ſelbſt. Dieſe Geſichtsplatte verknöchert eben-

falls ſo wie die ſeitlichen Balken, und bildet einen Knochenkern, der ſehr bald mit dem eigentlichen Keilbeine verwächſt, zuweilen aber als vorderer Keilbeinkörper getrennt bleibt. Die von der Chorda ausgehende Belegungsmaſſe bildet alſo einzig und allein in dem knöchernen Schädel das Hinterhauptbein und die nächſte Umgebung des Türkenſattels, ſo wie deſſen Boden. Die große Mehrzahl der Schädelknochen hat durchaus nicht das Mindeſte mit dieſer von der Belegungsmaſſe der Chorda ausgehenden knorpeligen Schädelbaſis zu thun, ein Umſtand, auf welchen wir ſogleich ausführlicher zurückkommen werden.

Ein zweites primitives Gebilde waren die beiden Knorpelkapſeln, welche die Gehörblaſen umhüllen. Dieſe verknöchern durchaus für ſich und bilden das Felſenbein, welches bei dem Neugeborenen noch als vollſtändig getrennter Knochen exiſtirt und ſpäter erſt mit den Schläfenbeinen verwächſt. Die Felſenbeine ſind demnach ihrer Entſtehung zufolge durchaus für ſich beſtehende iſolirte Theile, die mit keinem andern Stücke des Skelettes in näherer Beziehung ſtehen.

Bei der Entwickelung der Naſe ſchon wurde darauf aufmerkſam gemacht, daß die urſprünglichen Knorpelkapſeln, welche die Naſengruben umhüllen, eine iſolirte Entſtehungsweiſe zeigen und erſt ſpäter in Verbindung mit andern Knochen treten. Das Siebbein und die Naſenbeine, das Pflugſcharbein und der Zwiſchenkiefer gehören ohne Zweifel dieſer urſprünglichen knorpeligen Naſenkapſel an und ſtehen in keiner Beziehung weder zu der knöchernen Schädelbaſis, noch zu der primitiven Gehirnkapſel.

Die Gehirnkapſel ſelbſt verknöchert niemals, unter keinen Umſtänden, bei keinem Thiere. Es entwickelt ſich nie ein Knochen aus derſelben, und die verſchiedenen Stücke, welche das knöcherne Gewölbe des Schädels bilden, die Stirnbeine, die Scheitelbeine, die Schuppe des Hinterhauptes, die Schläfenbeine und die Flügel des Keilbeines ſind beſondere Knochen, ſind Belegungsplatten, welche von außen her ſich auf die knorpelige Gehirnkapſel gleichſam niederſchlagen und eine äußere Knochenkapſel bilden,

welche die innere Knorpelkapsel vollständig einschließt und allmählich durch ihr fortdauerndes Wachsthum zu Grunde richtet. Man kann bei Embryonen zu gewissen Zeiten die knorpelige Hirnkapsel, welche man auch den Primordialschädel genannt hat, aus diesen äußeren Belegungsplatten herausschälen und mit leichter Mühe von den Knochen loslösen. Bei vielen Fischen bleibt diese knorpelige Kapsel zeitlebens, und die genannten Knochen stets in ihrer ursprünglichen Beziehung zu derselben. Man braucht, um sich von diesem Verhältnisse zu überzeugen, nur den Kopf eines gekochten Hechtes zu untersuchen. Das Kochen hat hingereicht, um die Fasern zu lösen, welche die Knochen mit den Knorpeln verbinden, und man wird ohne weiteres die meisten Schädelknochen ablösen können, und als Rest eine innere Knorpelkapsel zurückbleiben sehen, welche das Gehirn unmittelbar umhüllt.

Die Entwickelung des Gesichtes und der dazu gehörigen Knochen ist nicht minder complicirt, als diejenige des Schädels, und wo möglich ist die Zersplitterung der Uranlagen, aus welchen sich die einzelnen Knochen hervorbilden, noch größer und mehr im Einzelnen durchgeführt. Während indeß bei der Anlage der Wirbelkörper und des Primordialschädels die Ausbildung in der Mittellinie, um eine mittlere Axe, ein wesentliches Moment darstellt, ist im Gegentheile bei dem Gesichte die paarig symmetrische Anlage und die Entwickelung von beiden Seiten her gegen die Mittellinie hin unverkennbar und dadurch erzeugt, daß alle Theile des Gesichtes ursprünglich dazu bestimmt sind, Ringe um das Anfangsstück des Darmrohres, um den Munddarm zu bilden. Diese Ringe aber werden durch das allmähliche Gegeneinanderwachsen bogiger Stücke von Embryonalsubstanz gebildet, die gegen die Mittellinie zu sich krümmen und endlich in derselben vereinigen.

Schon in früherer Zeit hatte man an sehr jungen Embryonen seitlich am Halse quere Spalten gesehen, ohne daß man dieser Beobachtung diejenige Aufmerksamkeit schenkte, welche sie verdient hätte. Später beschäftigte man sich genauer mit dieser Erscheinung; man erkannte, daß diese Querspalten durch bogen-

förmige Streifen von einander getrennt ſeien, in welchen Gefäßbogen verliefen, die von dem Herzen aus nach oben ſich krümmten und unmittelbar unter der Chorda ſich vereinigten, um die großen mittleren Körperarterien zu bilden. In dieſer Anordnung erkannte man mit Recht große Aehnlichkeit mit den Strukturverhältniſſen, welche die Kiemen der Fiſche darbieten. Bei dieſen Thieren erblickt man, ſobald man die Kiemendeckel (die ſogenannten Ohren) aufhebt, in der Tiefe die Kiemen, welche durch ihre ſchön rothe Farbe allen Fiſchliebhabern bekannt ſind, da man an der hellen Röthe dieſer Theile erkennt, ob der Fiſch wirklich friſch ſei, oder nicht. Unterſucht man dieſe Kiemen näher, ſo findet man, daß ſie aus ſtrahlenartigen, ſpitzen Blättchen beſtehen, die auf knöchernen Bogen aufſitzen. Dieſe knöchernen, gegliederten Kiemenbogen ſind durch Spalten von einander getrennt, welche in die Mundhöhle führen. Man braucht bei dem erſten beſten Weißfiſche nur den Kiemendeckel abzuſchneiden und mit der Scheere die rothen Kiemenblättchen abzutragen, um eine Anſchauung dieſer knöchernen Bogen und der zwiſchen ihnen befindlichen Spalten zu erhalten. Ueber jeden dieſer Bogen läuft eine große, faſt unmittelbar aus dem Herzen entſpringende Arterie, die ſich an die Kiemenblätter vertheilt und wieder in einen Stamm ſammelt, der unmittelbar unter der Wirbelſäule mit demjenigen der entgegengeſetzten Seite ſich vereinigt und den Stamm der Aorta bilden hilft. Die Aorta entſteht alſo bei den Fiſchen aus den Gefäßen der Kiemenbogen, und alles Blut, welches aus dem Herzen ausgetrieben wird, muß durch dieſe Gefäße der Kiemenbogen laufen.

Ganz dieſelbe Struktur findet ſich zu einer gewiſſen Zeit beim Embryo. Alles Blut läuft, indem es aus dem Herzen ausgetrieben wird, durch die Gefäßbogen der erwähnten krummen Streifen von Embryonalſubſtanz und vereinigt ſich nachher in der Mittellinie. Deshalb nannte man dieſe Streifen die Kiemenbogen, die ſie trennenden Spalten die Kiemenſpalten, um die Analogie anzuerkennen, welche in der Bildung dieſer Theile offenbar gegeben iſt. Zur Zeit jener Entdeckung war

die Naturphiloſophie noch in ihrer höchſten Blüthe, und es konnte nicht fehlen, daß dieſe Thatſache in mannichfacher Art der Richtung jener Zeit zufolge benutzt wurde; allein deshalb fiel es doch nie irgend einem Forſcher in der Entwickelungsgeſchichte ein, behaupten zu wollen, daß dieſe Kiemenbögen wirklich der Reſpiration dienten. Man wußte zu wohl, daß das Athmen der Fiſche eine Funktion der Capillarnetze war, welche die Kiemenblättchen überzogen, hatte ſich aber durch Beobachtung überzeugt, daß auf den Kiemenbogen der Embryonen höherer Thiere nie ſolche reſpiratoriſche Kiemenblättchen ſich entwickelten. Es gleicht daher dem Gefechte Don Quixote's gegen die Windmühlen, wenn ein franzöſiſcher Phantaſt in der Entwickelungsgeſchichte, deſſen wir ſchon früher erwähnten, eine große Abhandlung gegen die reſpiratoriſche Funktion dieſer Kiemenbogen der Embryonen ſchrieb, da kein Menſch je eine Behauptung dieſer Art aufgeſtellt hatte.

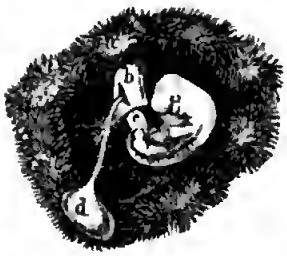


Fig. 48. Ein menſchliches Ei etwa aus der fünften Woche der Schwangerſchaft. Das Amnios iſt abgeſchnitten; das Chorion dagegen mit ſeinen Zotten und das Nabelbläschen nebſt dem Embryo wohl erhalten.

a. Chorion. b. Amnios, den Nabelſtrang c. umhüllend. d. Nabelbläschen mit langem Stiele.

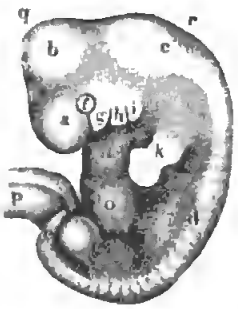


Fig. 49. Der Embryo dieſes Eies ſtärker vergrößert. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Wirbelſäule. e. Schwanz, anfangs ſtark entwickelt, ſpäter ſchwindend. f. Auge. g. Oberkiefer. h. Erſter Kiemenbogen. i. Zweiter Kiemenbogen. k. Arm. l. Bein. n. Herz, in den Bruſtdecken eingeſchloſſen. o. Bauch, hauptſächlich von der Leber ausgefüllt. p. Nabelſtrang. q. Kopfbeuge. r. Nackenbeuge.

Bei den Säugethieren zeigen ſich in früheſter Zeit, aber doch erſt nach Ausbildung der Augenbuchten, des Ohrbläschens und der Kopfbeuge, auf jeder Seite des Halſes fünf Kiemenſpalten, wodurch vier Kiemenbogen abgetrennt werden, die von vorn nach hinten an Größe und Bedeutung abnehmen. Alle

dieſe Kiemenbogen entſtehen nach und nach; der vorderſte zuerſt, der hinterſte zuletzt; ſie wachſen in Form kleiner Warzen hervor, welche ſich allmählich vergrößern und einander nach der Bauchſeite hin in der Mittellinie entgegenkommen.

Der vorderſte Kiemenbogen iſt der bedeutendſte in jeder Hinſicht, ſowohl an Größe, als auch hinſichtlich der Bildungen, zu welchen er ſpäter Gelegenheit giebt. Wir haben bei dem Ohre ſchon von dieſem Kiemenbogen geſprochen und den Antheil bezeichnet, welchen er an der Bildung des mittleren Ohres nimmt. Aus dieſem Bogen entſtehen einerſeits der Oberkiefer, das Jochbein, die Gaumen- und Flügelbeine, indem von dem oberen Theile deſſelben, da wo er von der Schädelbaſis ausgeht, eine

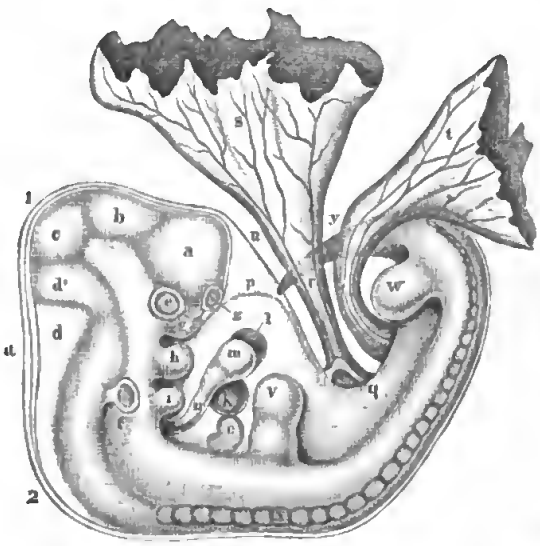


Fig. 50. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert, von der Seite geſehen.

a. Vorderhirn. b. Zwiſchenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zuſammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erſter Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen. k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenſtiel. o. Leber. p. Herzbeutel q. Darmſchlinge, in welche das Nabelbläschen s. mit ſeinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität. w. Hintere Extremität. x. Wirbelſäule. y. Schwanz. z. Naſe. 1. Kopfbeuge. 2. Nackenbeuge.

wuchernde Bildungsmaſſe nach vorn und innen gegen die Mitte zuwächst, und durch endliches Anlegen an die Scheidewand der Naſenkapſel ein horizontales Dach bildet, wodurch die Naſenhöhlen von der Mundhöhle geſchieden werden. Man hat bisher dieſe ganze Maſſe, in welcher ſich vereinzelt die genannten Knochen bilden, bei den Säugethieren als einen inneren Fortſatz des Bogens angeſehen, aus welchem ſich der Unterkiefer entwickelt, vielleicht aber dürfte die Analogie mit tieferſtehenden Wirbelthieren ſpäter darauf führen, dieſen Fortſatz als einen ſelbſtſtändigen Kiemenbogen zu betrachten.

Der äußere Theil des erſten Kiemenbogens, welcher ſich in weiter Krümmung von beiden Seiten her um die vordere Oeffnung des Munddarmes herumſchlingt, entwickelt in ſeiner Maſſe den Unterkiefer, und zwar in Folge höchſt eigenthümlicher Vorgänge. Es bildet ſich nämlich ein cylindriſcher, gekrümmter Knorpelſtab, welcher als ununterbrochenes Ganze von der Schädelkapſel, an die er anſtößt, bis zur mittleren Vereinigung unter dem Darme ſich fortzieht. Das oberſte Ende dieſes Knorpelſtabes verknöchert und bildet den Hammer, das Weſentlichſte der Gehörknöchelchen; das untere Ende aber verknöchert nie, ſondern bildet gleichſam nur eine Axe, auf deren äußerer Fläche ſich der Unterkiefer als eine Belegungsplatte entwickelt. Man hatte ſchon früher beobachtet, daß bei den Embryonen, und zwar beim menſchlichen Fötus im dritten oder vierten Monate, auf der inneren Fläche des Unterkiefers in einer eigenen Rinne ein Knorpelſtab ſich befinde, welcher aus der Paukenhöhle hervorkommt und an ſeinem oberen Ende mit dem Hammer in Verbindung ſteht. Man nannte dieſen Knorpelſtab nach dem Entdecker den Meckel'ſchen Fortſatz des Hammers. Bei vielen Thieren bleibt dieſer Knorpelſtab das ganze Leben hindurch, und man braucht nur an einem gekochten Hechte auf der inneren Seite des Unterkiefers mit der Gabel das Fleiſch wegzunehmen, um ſich eine Anſchauung der Verhältniſſe zu verſchaffen, wie ſie bei dem Embryo ſind. Man wird dann ſehen, daß der Unterkiefer ein Knochenblatt darſtellt, welches in Form einer Hohlkehle nach innen eingerollt

ist, und daß innerhalb dieser Hohlkehle ein Knorpelstab sich befindet, der die ganze Länge des Unterkiefers durchsetzt.

Der zweite Kiemenbogen, welcher weit kleiner ist als der erste, nimmt in seinem obersten Theile Antheil an der Bildung der Paukenhöhle, und entwickelt in seinem Inneren ebenfalls einen Knorpelstab, welcher in seinem oberen Theile verknöchert und wahrscheinlich den Steigbügel, jedenfalls aber den Griffelfortsatz des Schläfenbeines bildet. Der mittlere Theil dieses Knorpelstabes verschwindet oder verknorpelt sich vielmehr in ein faseriges Band, an welchem die vordere verknöcherte Hälfte, die das kleine Horn des Zungenbeines bildet, aufgehängt ist.

Der dritte Kiemenbogen enthält ebenfalls im Anfange einen Knorpelstab, welcher aber nur in seinem unteren Theile Veranlassung zu Knochenbildung giebt, indem er das große Horn des Zungenbeines, sowie dessen Körper bildet. Außerdem scheint dieselbe Masse des dritten Kiemenbogens an ihrer Vereinigungsstelle den Kehlkopf, diejenige des zweiten die Zunge hervorgehen zu lassen. Man hat behauptet, die Zunge sei eine Ausbildung der Vereinigungsstelle des ersten Kiemenbogens, allein es scheint mir, als weise die Anatomie der niederen Wirbelthiere hier einen kleinen Fehler der Beobachtung nach, der bei der Schwierigkeit der Untersuchung leicht begangen werden konnte. Der vierte Kiemenbogen entwickelt keine knöchernen Theile; er wird zur Bildung der fleischigen Bedeckungen des Halses verwendet.

Die ursprünglichen Kiemenspalten verschwinden durch Zusammenwachsen der einzelnen Bogen alle bis auf die erste Spalte, welche sich in die Mundöffnung umwandelt, und bis auf den oberen Theil der zweiten, die zur Bildung des mittleren Ohres verwendet wird. Die Verwachsung der Kiemenbogen selbst geht äußerst rasch vor sich, während die Verknöcherung nur langsam vorschreitet. Es ist aber ein allgemeines Gesetz der Knochenbildung in den Kiemenbogen, daß sich zuerst ungetheilte Knorpelstäbe bilden, um welche herum knöcherne Belegungsstäbe sich ablagern, die von außen her den primitiven Knorpel einhüllen. Bei dem Unterkiefer haben wir dies speciell nachgewiesen,

es gilt auch, wie man bei niederen Wirbelthieren erſehen kann, für die übrigen Kiemenbogen, welche ſich bei dieſen Thieren in weit größerer Ausdehnung entwickeln.

Wenn wir nun noch einen kurzen Blick auf die Entwickelung der Extremitäten werfen, ſo geſchieht dies hauptſächlich nur, um zu zeigen, wie aus der urſprünglich plumpen Form die allmähliche Sonderung der ſpeciellen Geſtaltung hervorgeht. Die Extremitäten erſcheinen in Geſtalt rundlicher Floſſen ohne irgend welche Sonderung in Finger oder einzelne ſpecielle Abtheilungen. Erſt ſpäter bildet ſich die Spaltung der Finger aus, und zwar in der Weiſe, daß im Inneren der ſchaufelförmigen Floſſe Knorpelſtreifen entſtehen, zwiſchen welchen allmählich die Subſtanz aufgeſaugt wird. Es iſt aus dieſer Entſtehungsweiſe erklärlich, daß oft Kinder geboren werden, bei welchen die Finger durch eine Art von Schwimmhaut mit einander verbunden ſind.

Die Entwickelung des Skelettes im Ganzen giebt über mehrere Fragen von allgemeinerem Intereſſe Aufſchluß, deren Erörterung hier um ſo mehr am Platz ſein dürfte, als man ſich oft und vielfach zu Begründung derſelben auf die Entwickelungsgeſchichte berufen hat. Mit dem Anfange unſeres Jahrhunderts entwickelte ſich zuerſt in Deutſchland ziemlich allgemein, dann auch in Frankreich bei einigen Männern die Anſicht, daß ein gemeinſchaftlicher Urtypus ſämmtlichen Skelettbildungen zu Grunde liege, und daß dieſer Typus in dem Wirbel zu ſuchen ſei. Den Schädel betrachtete man als eine eigenthümliche Ausbildung mehrerer Kopfwirbel, bei welchen hauptſächlich die oberen Bogenſtücke in abnormer Weiſe zur Umhüllung des Gehirnes ausgebildet ſeien. In den Knochen der Schädelbaſis ſuchte man die Körper dieſer Wirbel, deren Zahl man je nach den verſchiedenen Anſichten auf drei bis ſechs oder gar noch mehr beſtimmte. Man ging in dieſen Beſtrebungen ſo weit, nicht nur die Kopfwirbel ſelbſt in allen ihren Stücken zu reſtauriren, ſondern auch die Kiefer, die Kiemenbögen und die Gliedmaßen als ſeitliche Ausſtrahlungen der Kopf- und Rumpfwirbel zu betrachten. Bald ſollten die Kiefer Gliedmaßen, bald Rippen ſein, und nicht nur

auf die Wirbelthiere beschränkte sich die Spekulationswuth der Wirbeltheoretiker, sondern auch auf die wirbellosen Thiere trug man diese Ansichten über, und suchte auf diese Weise, wenn ich mich so ausdrücken darf, das ganze Thierreich zu verwirbeln. Wenn man heutzutage einige jener Foliobücher zur Hand nimmt, welche von Urwirbeln, Zwischenwirbeln, Sekundar- und Tertiarwirbeln handeln, so begreift man wirklich kaum, wie es möglich gewesen sei, daß die Naturforscher eine zeitlang auf diese Weise im Dunkeln umhertappen konnten. Auch wurden diese romantischen Uebertreibungen baldigst von den besonnenen Naturforschern gewürdigt. Allein wenn man auch gegen dieselben protestirte, so blieb wenigstens so viel übrig, daß man allgemein annahm, der knöcherne Kopf sei nur eine modificirte Fortsetzung der Wirbelsäule. Man berief sich hierbei hauptsächlich auf die Resultate der Entwickelungsgeschichte, und es ist deshalb unsere Pflicht, hier in kurzem darzuthun, inwiefern diese Theorie durch Thatsachen unterstützt werde, oder nicht.

Es fragt sich hier zuerst, ob man an dem knöchernen Kopfe in der That Bildungen nachweisen könne, welche ihrer Entstehung nach durchaus in keinem Zusammenhange weder mit der Axe des Wirbelsystemes, der Chorda, noch mit den von denselben ausgehenden Belegungsmassen stehen, und die ebenfalls in ihrer Grundlage keine Beziehung zu dem Central-Nervensysteme zeigen? Als solche Bildungen sind uns bekannt geworden: die knorpeligen Kapseln, welche sich um die Ohrbläschen herumbilden und durch allmähliche Verknöcherung zum Felsenbeine werden. Als solche durchaus selbstständige Bildungen sind uns ferner bekannt geworden: die Nasenkapseln, aus welchen das Siebbein, die Riechmuscheln, das Pflugscharbein und der Zwischenkiefer sich entwickeln. Alle die genannten Knochen können demnach in keine Beziehung zu dem Wirbeltypus gebracht werden, und diese Ansicht theilen auch, wenn ich nicht irre, die meisten neueren Embryologen, welche diese Theile einem selbstständigen Kapselsysteme der Sinnesorgane beizuzählen geneigt sind.

Die Kiemenbogen mit den aus ihnen entstehenden Skelettheilen zeigen ebenfalls eine völlige Unabhängigkeit von dem Wirbelsystem und durchaus selbstständige Ausbildung. Man hat dieselben als modificirte Rippen ansehen wollen, ohne indeß dafür andere Belege beibringen zu können, als die Thatsache, daß sie den Munddarm eben so umfassen, wie die Rippen die Brusteingeweide. Betrachtet man aber die Entstehung beider Theile in Vergleichung zu einander, so ergiebt sich eine so völlige Verschiedenheit, daß diese Ansicht als unhaltbar aufgegeben werden muß. Die Bildungsmasse, in welcher die Rippen entstehen, ist ein zusammenhängendes Gebilde, eine plattenförmige Ausbreitung von Embryonalmasse, in welcher die einzelnen Knorpelstäbe der Rippen sich sondern und später in ihrer Masse verknöchern. Niemals sind diese Rippen durch Spalten getrennt, niemals entsteht eine Rippe für sich gesondert in ihrer Anlage und verbindet sich erst später zu einem Ganzen; die Kiemenbogen dagegen gehen als isolirte Wärzchen hervor, die nach und nach einander entgegenkommen, durch Spalten getrennt sind, und deren Knorpelstreifen hauptsächlich durch Belegung mit Deckplatten verknöchern. Das System der Kiemengebilde ist demnach ein vollkommen eigenthümliches, das mit den Wirbeln in durchaus keiner Beziehung steht, was namentlich auch daraus hervorgeht, daß die Zahl dieser Bogen eine wechselnde ist bei verschiedenen Thieren, während die Zahl der Rippen genau der Zahl der Wirbel entspricht, welchen sie angehören.

Wie man die Extremitäten als Ausstrahlungen der Wirbel betrachten könne, ist einem gesunden Sinne vollends unbegreiflich, denn mit eben so vielem Rechte könnte man auch die Lungen, die Leber oder Gott weiß welche Organe als Ausstrahlungen der Wirbel betrachten, da alle diese Eingeweide eben so viel mit den Wirbeln zu thun haben, als die Extremitäten, nämlich durchaus gar Nichts.

Es bleiben uns also von den zahlreichen Knochen, die das Skelett zusammensetzen, nur die eigentlichen Wirbel und diejenigen Knochen, die an dem Schädel in näherer Beziehung zu der Chorda

oder dem Gehirne ſtehen. Um hier eine ſichere Baſis der Vergleichung zu gewinnen, fragt es ſich zuerſt, wie der Wirbel entſtehe, und welche Kriterien man aufſtellen müſſe, um die Wirbelnatur irgend eines Gebildes zu erkennen.

Die Beantwortung dieſer Frage ergiebt ſich ganz von ſelbſt aus dem Vorhergehenden. Ein Wirbelkörper entſteht nur als Ring um die Chorda; ohne Wirbelſaite iſt ſeine Entſtehung nicht denkbar; wo keine Chorda iſt, kann auch kein Wirbel ſich bilden. Der hintere wie der vordere Keilbeinkörper entſtehen aus einer horizontalen, ſenkrecht durchbohrten Knorpelmaſſe; ſie können demnach keine Wirbel ſein.

Die Belegungsplatten der primitiven Gehirnkapſel bilden ebenfalls ein eigenes Syſtem. Bei den Säugethieren entſtehen ſie nur oben und an den Seiten; bei den Fiſchen iſt eine ſolche Bildung von Belegplatten auch unten, unterhalb der Schädelbaſis, zwiſchen ihr und der Mundſchleimhaut, nachgewieſen, und die Knochen, welche man bei den gewöhnlichen Fiſchen als Keilbein und Pflugſchar bezeichnet (das Schwert in dem Hechtskopfe), ſind ſolche untere Belegungsplatten.

Man hat demnach Unrecht, den Schädel als eine modificirte Wirbelſäule zu betrachten. Das Ende der Wirbelſäule iſt in dem Hinterhauptbeine, dem einzigen Schädelwirbel, gegeben; — die übrigen Theile gehören verſchiedenen Syſtemen an, ſind Anſätze, welche dem Wirbeltypus durchaus fremd ſind.

Sechsundzwanzigster Brief.

Die Eingeweide.

Die Entwickelung der Eingeweide, und zwar vor allen Dingen diejenige des Darmrohres, als der primitiven Axe dieser sämmtlichen Gebilde, führt uns wieder in die ersten Zeiten der Embryonalbildung zurück, wo wir den Fruchthof aus zwei Blättern bestehend fanden, deren inneres, das vegetative oder Schleimblatt, unmittelbar die Dotterflüssigkeit berührte und einen Sack darstellte, der an der Stelle des Fruchthofes durch Zellenanhäufung verdickt war. Die Ausbildung dieser flächenartigen Verdickung zu einem geschlossenen Rohre, welches anfangs einem ganz geraden Hohlcylinder gleicht, geschieht in der Weise, daß der Embryo sich allmählich von dem Dotter abhebt und gegen diesen letzteren abschnürt. Die Schließung der Bauchhöhle und ihrer Wandungen sowohl als auch diejenige des Darmrohres sind die Folgen dieses Prozesses. Der Embryo liegt nämlich im Beginn seiner Entwickelung, wie wir schon früher erwähnten, flach auf der Dotterflüssigkeit auf, und der Fruchthof geht in seiner ganzen Umgebung rundum in die beiden Säcke über, welche als Fortsetzungen des serösen und des Schleimblattes den Dotter umhüllen. Sobald nun der Embryo sich mehr und mehr ausbildet, hebt sich zuerst der Kopf des Embryo vollständig von dem Dotter ab. Die Abschnürung schreitet an der unteren Fläche des Halses durch das Hervorsprossen der Kiemenbogen nach hinten zu fort. Mit der ganzen Bauchfläche des Stammes liegt nun der Embryo anfangs noch flach auf dem Dotter auf, allmählich erhebt er sich aber auch hier und schließt sich von vorn und hinten

gegen die Mitte hin fortschreitend von dem Dotter ab. Ich kann kein besseres Bild dieses Vorganges geben, als indem ich meine Leser ersuche, mit beiden Händen an einem Strickstrumpfe, der theilweise über eine Stopfkugel gebreitet ist, eine Falte zu bilden. Die Stopfkugel stellt hier die Dotterflüssigkeit vor, der Strickstrumpf die Keimhaut, welche diese Dotterflüssigkeit einschließt. Nähme man zwei Strümpfe über einander, so würde der innere Strumpf dem Schleimblatte, der äußere dem serösen Blatte entsprechen. Indem man mit beiden Händen in diesen Strümpfen eine Falte zu ziehen versucht, wird man genöthigt sein, die Strümpfe etwas von der Kugel abzuziehen und in die Höhe zu heben. Wenn man sich nun vorstellt, daß die Ränder dieser Falte, da wo man sie zuerst gefaßt hat, mit einander zusammengenäht würden, und daß dieses Zusammennähen von beiden Seiten her gegen den Mittelpunkt der Falte fortgesetzt würde, bis man die Falte in ihrer ganzen Ausdehnung zusammen genäht hätte, so wird diese ganze Handlung ein richtiges Bild von den Entwickelungsvorgängen bei dem Embryo geben. Im Anfange, wo man das Zusammennähen der Falte begann, bildete diese, von der Stopfkugel her betrachtet, eine lange Rinne, die nur an beiden Enden abgeschlossen war und so etwa im Ganzen die Gestalt eines Weberschiffchens bot. Je mehr man mit dem Zunähen gegen die Mitte hin fortfuhr, desto mehr wurde diese Rinne geschlossen, zuletzt blieb nur noch ein mittleres Loch, nach dessen endlicher Zusammennähung die ganze Falte in ein Doppelrohr verwandelt war, welches nach der Stopfkugel hin keine Oeffnung mehr zeigte.

Wir haben so eben bildlich die Geschichte des primitiven Darmrohres sowohl, als auch der Bauchwände geliefert. Zuerst schließt sich von vornen nach hinten das seröse Blatt allmählich ab und bildet so die Bauchwände, die indessen in ihrer Fortsetzung, Statt den Dotter zu überziehen, sich an das Chorion anlegen und in der früher beschriebenen Weise den Sack des Amnios bilden. Die Vereinigungsstelle der Bauchwände bleibt als Nabel lange offen, um die Gefäße der Placenta durchtreten zu

laſſen. Nach dieſer Abſchnürung beginnt auch diejenige des Schleimblattes, die ſich endlich bis auf eine mittlere Oeffnung vollendet, welche man den Darmnabel genannt hat, und wodurch die Höhle des Darmrohres mit dem Inhalte der Nabelblaſe in Verbindung ſteht. Das Darmrohr bildet demnach, ſobald es einmal auf dieſer Stufe angelangt iſt, ein vollkommen geſchloſſenes Rohr, welches in der Längsaxe des Körpers liegt und weder hinten noch vorn eine Oeffnung hat. Die Wände deſſelben ſind verhältnißmäßig außerordentlich dick, die innere Höhlung nur gering, und das ganze Rohr eigentlich nur ein gerader, aus Zellen zuſammengeſetzter hohler Cylinder, deſſen vorderes Ende unmittelbar über dem Herzen in der Nähe des letzten Kiemenbogens ſich befindet, während das hintere Ende in geringer Entfernung von dem Rumpfende ſich befindet.

Sobald die Kiemenbogen ſich gegen einander geſchloſſen und ſo die trichterförmige Höhle gebildet haben, die anfangs als vorderer Eingang des Darmſyſtemes exiſtirt, bricht die vordere Verſchließung des Darmrohres durch und bildet ſo mit der Kiemenhöhle eine continuirliche Röhre. Aehnliches geſchieht an dem hinteren Theile, wo ſich der Angabe der Schriftſteller zufolge eine blinde Grube dem Ende des Darmes entgegen ſtülpt, dieſe endlich erreicht und die Zwiſchenſubſtanz zwiſchen beiden verſchwindet. Sobald Mund und After in dieſer Weiſe einmal angelegt ſind, beruht die weitere Entwickelung des Darmes hauptſächlich auf ſchnellem Auswachſen der Röhre, wodurch dieſe ſich verlängert und ſchlingenartig zuſammenlegt. An einer Stelle, und zwar nahe an der vorderen Eingangsſtelle des urſprünglichen geraden Darmrohres, bläst ſich dieſes etwas auf und bildet auf dieſe Weiſe den Magen, der urſprünglich in der Längsaxe des Körpers gelegen iſt, allmählich aber ſich dreht und eine quere Stellung einnimmt. In das Einzelne der Schlingenbildung des Darmrohres, die Verwickelung des Gekröſes und der Netze hier einzugehen, würde einestheils zu weit führen, anderntheils auch durchaus unfruchtbar ſein, da dieſe Vorgänge wirklich nur dann begriffen werden können, wenn man ſie an

Embryonen selbst untersucht. Figuren führen hier durchaus zu keinem klaren Verständnisse, und noch weniger können dies Beschreibungen thun, die selbst demjenigen, der die Anatomie des Erwachsenen vollkommen genau kennt, kein anschauliches Bild zu geben vermögen.

Mit dem Darmrohre in Verbindung stehen einige Drüsen, unter welchen die Leber und die Bauchspeicheldrüse die wichtigsten sind. Da man sehr richtig erkannte, daß die Schleimhaut, welche die Gänge dieser Drüsen auskleidet, gleichsam nur eine Fortsetzung der inneren Darmschleimhaut sei, so glaubte man hieraus folgern zu dürfen, daß diese Drüsen nur Ausstülpungsbildungen des Darmes seien. Wenn man schon durch die Faltungen der Keimhautblätter die Bildungen mancher Organe zu erklären suchte, so kostete es Nichts, anzunehmen, daß das Darmrohr an einer gewissen Stelle einen seitlichen Blindsack treibe, daß dieser Blindsack allmählich auswachse, sich mehr und mehr verästele und so nach und nach die zahlreichen Blindgänge und Kanäle des Drüsengewebes darstelle. Diese Theorie der Drüsenausstülpung, welche man bald generalisirte, stützte sich indeß auf Thatsachen, welche ihr einigen Halt gaben. Man hatte beobachtet, daß die Drüsen in ihrer ursprünglichen Anlage kleine knotenförmige Hügel bildeten, welche dem Darmrohre unmittelbar aufgesetzt waren, daß sie nur wenige und kaum verästelte Kanäle im Inneren zeigten, und daß die Zahl dieser Kanäle und ihre Verästelung mehr und mehr mit der Entwickelung des Embryo zunahm.

Die neuere Zeit, indem sie uns mit dem Zellenleben bekannt machte, konnte auch den richtigen Schlüssel zu diesen Erscheinungen geben, und während sie die mechanischen Vorstellungen, die sich mit der Ausstülpungstheorie verbunden hatten, zurückwies, zeigte sie zugleich, daß der Ausstülpung selbst einige Wahrheit zu Grunde liege. Man hat in neuerer Zeit hauptsächlich bei Fischen und Säugethieren die Bildung der Leber verfolgt, und wenn auch in dem Einzelnen einige Verschiedenheiten sich zeigen, so ist doch im Ganzen der Prozeß der nämliche.

Bei den ſo durchſichtigen Fiſchembryonen bemerkte man, daß nach der theilweiſen Schließung des Darmrohres am vorderen Ende deſſelben eine ziemlich bedeutende compacte Zellenanhäufung ſich zeigte, in welcher anfangs durchaus keine Höhlung zu bemerken war. Nach und nach entſtehen in dieſer Zellenmaſſe durch Auseinanderweichen zwei blindſackähnliche Höhlen, deren eine in gerader Richtung nach vorn hin ſich ausbildet, während die andere, nach unten abweichend, ſich krümmt. Die vordere dieſer Höhlen bildete die bei den Fiſchen ſo kurze Speiſeröhre; der mehr nach unten gerichtete Blindſack, um welchen ſich die größere Menge von Zellen anhäufte, entſprach der Leber. Die Bildung der Drüſenkanäle ſchritt nun in der Weiſe fort, daß die anfangs compacten Zellenmaſſen auseinanderwichen und ſtets mehr und mehr verzweigte Gänge bildeten, die ſich endlich ſo veräſtelten, daß man ihrer ferneren Entwickelung kaum mehr folgen konnte. Dieſen Beobachtungen zufolge ſind demnach die Drüſengänge unzweifelhaft Intercellulargänge, entſtanden durch das Auseinanderweichen urſprünglich compacter Zellenmaſſen. Man kann in gewiſſer Beziehung ſagen, daß ſich die Darmhöhle allmählich in die compacte Zellenmaſſe der Drüſe hineingebildet habe, und in dieſem Sinne kann man auch die Ausſtülpung des Darmes in die Drüſe hinein vertheidigen.

Bei den Säugethieren hat man, in der letzten Zeit namentlich, die Entwickelung der Leber in ihrem Uranfange ebenfalls beobachtet. Die Wände des Darmrohres ſind hier aus äußerſt dicken Zellenlagen gebildet, und längs der inneren Fläche ſcheidet ſich ſchon ſehr frühe eine aus helleren Zellen beſtehende dünne Schicht ab. Die erſte Anlage der Drüſe zeichnet ſich nun als eine kaum bemerkbare Verdickung aus, welcher eine kleine Ausbiegung der hellen, inneren Darmlage entſpricht. Je mehr ſich nun dieſer Höcker entwickelt, deſto weiter dringt auch dieſe Ausbiegung vor und bildet fortwachſende, ſich veräſtelnde Höhlungen, die von der urſprünglichen Ausbiegung der inneren Darmlage ausgehen. Dieſe Aushöhlungen entſtehen ſtets auf Koſten compacter Zellenmaſſen, welche anfangs ſchon im Inneren des Ge-

ſammthauſens als ſolide Stränge erſcheinen, die ſpäteren Hohlgänge gleichſam vorzeichnen und ſich durch Auseinanderweichen in der Axe aushöhlen. Man ſieht alſo, daß auch hier die Drüſenkanäle anfänglich hohle Intercellularräume darſtellen, und daß ihre Haut, welche den Drüſenkanal auskleidet, wahrſcheinlich auf die Weiſe entſteht, daß die auseinandergewichenen Zellen mit einander verſchmelzen und eine membranöſe Schicht bilden.

In denjenigen Drüſen, welche von Anfang an in keinem Zuſammenhange mit dem Darmrohre ſtehen, wie z. B. in den Hoden, entwickeln ſich die Drüſenkanäle dennoch auf ganz analoge Weiſe. Dieſe Organe ſtellen anfänglich eine compacte Zellenmaſſe dar, in welcher ſich nach und nach durch Auseinanderweichen verzweigte Intercellularräume bilden, die erſt ſpäter mit dem Ausführungsorgane in Verbindung treten.

Die Leber iſt von allen drüſigen Organen der Bauchhöhle dasjenige, welches bei dem Embryo in weit bedeutenderem Maße entwickelt iſt, als ſelbſt im Erwachſenen. Dieſe verhältnißmäßig ſo anſehnliche Größe der Leber, die um ſo bedeutender iſt, je jünger die Embryonen ſind, erklärt ſich leicht aus der innigen Beziehung, in welcher dieſe Drüſe bei dem Fötus zu der Entwickelung des Blutes ſteht; eine Beziehung, von welcher wir ſpäter, bei dem Blutſyſteme, einiges Nähere angeben werden.

Die Lungen ſind hinſichtlich ihrer Entwickelung noch nicht ſo genau bekannt, als dies wohl wünſchbar wäre. Sie ſcheinen mit dem Kehlkopfe, der Luftröhre, dem Schlundkopfe und der Speiſeröhre aus einer und derſelben Zellenmaſſe zu entſtehen, die ſich erſt nach und nach diſſerenzirt. Bei den jüngſten Säugethierembryonen, bei welchen man überhaupt die Lungen erkennen konnte, ſah man hinter der Kiemenhöhle in einer ziemlich dicken Zellenmaſſe eine blaſenförmige Erweiterung, die nach hinten zu in zwei ſeitliche flaſchenförmige Blindſäcke endigte, zwiſchen welchen in der Mitte die gerade Speiſeröhre herabſtieg. Es war alſo etwa hier ein Verhältniß, wie man es bei den Fröſchen bleibend ausgebildet findet, wo ebenfalls unmittelbar aus einer gemeinſchaftlichen Höhle die blaſenförmigen Lungenſäcke und die

Speiseröhre ausgehen. In späteren Zeiten sah man bei den Embryonen die beiden Lungen in Form kolbiger Hügel, die unmittelbar der Speiseröhre aufzusitzen schienen, bei genauerer Untersuchung aber mit einer isolirten Luftröhre in Verbindung standen, die hart an der vorderen Wand der Speiseröhre anlag, durch Druck aber sich von derselben trennen ließ. Es scheint demnach, daß anfänglich nur eine gemeinschaftliche Anlage für diese Organe vorhanden ist, und daß die ursprünglich einfache Röhre, in welche die Lungen und die Speiseröhre münden, sich bei fortschreitender Entwickelung in Luftröhre und Kehlkopf einerseits, Schlundkopf und oberen Theil der Speiseröhre anderseits trenne.

Die Verzweigungen der Kanäle, welche das Lungengewebe durchsetzen, scheinen in ähnlicher Weise sich auszubilden, als in den Drüsen, obgleich ihre vollständige Ausbildung nur erst spät eintritt, wie denn die Lungen überhaupt während des Embryonallebens durchaus nicht diejenige Bedeutung haben, welche ihnen später zukommt. Bei den Erwachsenen geht, wie wir früher gesehen haben, das sämmtliche Blut durch die Lungen, um hier in Berührung mit der atmosphärischen Luft die gasförmigen Stoffe auszutauschen. Bei dem Embryo kann kein Zutritt der atmosphärischen Luft Statt finden, und die Lungen haben deshalb keine größere Blutzufuhr, als diejenige, welche nöthig ist, das Organ zu ernähren. Die große Masse des Blutes geht, wie wir später sehen werden, an den Lungen vorbei durch einen eigenen Kanal, welcher aus der Lungenarterie in die Aorta führt. Bis zu der Geburt erscheinen daher die Lungen mehr als compacte drüsige Organe, welche die Brusthöhle nur zum Theil ausfüllen, und namentlich im Verhältniß zu dem Herzen um so kleiner sind, je jünger der Embryo ist.

Die Harn- und Geschlechtsorgane, als die letzte Gruppe der Baucheingeweide, haben von jeher den Embryologen sehr viel zu schaffen gemacht, da sowohl die äußeren Metamorphosen, welche sich im Bereiche dieser Organe zeigen, äußerst mannigfaltig sind, als auch die inneren Theile derselben sehr merkwür-

dige succeſſive Veränderungen eingehen. Es war zuerſt in der Sphäre dieſer Organe, daß man von der Unvollſtändigkeit jener Theorie ſich überzeugen mußte, welche alle Organe ohne Ausnahme durch Faltungen der urſprünglichen drei Blätter der Keimhaut entſtehen laſſen wollte. Man wußte nicht, welchem von beiden Blättern, dem Gefäß- oder dem Schleimblatte, man die inneren keimbereitenden Geſchlechtsorgane zuſchreiben ſolle, und bei den äußeren Harn- und Geſchlechtsorganen kamen gar alle drei Blätter in einen ſolchen Conflict, daß es unmöglich war, ſich herauszufinden. In jetziger Zeit iſt man wohl über die Entwickelung dieſer Organe im Reinen. Sie entſtehen nicht aus den urſprünglichen Blättern der Keimhaut in der Weiſe, wie das centrale Nervenſyſtem oder der Darmkanal, ſondern ſie entwickeln ſich aus nachträglich abgeſonderten Zellenmaſſen, die urſprünglich iſolirt für ſich daſtehen und erſt ſpäter mit den Gebilden des Schleimblattes in Verbindung treten. So lange man noch abſolut in der Theorie der drei Blätter befangen war, konnte man dieſe iſolirte Entſtehungsweiſe der in Rede ſtehenden Organe freilich nicht anerkennen, wenn auch die Beobachtungen darauf hinwieſen.

Schon bei ſehr jungen Embryonen, bei welchen die Darmrinne kaum angelegt iſt, zeigt ſich auf der inneren Fläche der entſtehenden Wirbelſäule über der Darmrinne eine lang geſtreckte Anhäufung von Bildungsmaterial, welche ſich in Form zweier ſeitlicher Streifen von dem Herzen bis gegen das Rumpfende hin fortzieht. Betrachtet man dieſe Bildungsmaſſe näher, ſo ſieht man, daß jeder Streifen aus einer Reihe kolbiger Fortſätze beſteht, die etwa ausſehen wie die Zähne eines Kammrades. Die abgerundeten Enden dieſer Kammzähne ſind gegen die Mittellinie hingewendet, während man zu beiden Seiten nach Außen zwei compacte Streifen bemerkt, in welchen die Baſen der Kammzähne zuſammenfließen. Anfangs ſind dieſe beiden Streifen mit ihren Kammzähnen ſolid, Aggregationen compacter Zellenmaſſen, die ſich aber ſpäter aushöhlen, und nun, wie leicht begreiflich, eine Reihe von queren Blindſäcken darſtellen, deren kolbige Enden gegen die Mittellinie zugekehrt ſind, während ſie ſich ſämmtlich

in zwei gemeinſchaftlichen, auf der äußeren Seite verlaufenden Ausführungsgängen öffnen. Nach und nach verknäueln ſich dieſe queren Schläuche ſo unter einander, daß ſie ein compactes Organ darſtellen, eine förmliche ſymmetriſche Drüſe, welche zu beiden Seiten der Wirbelſäule durch die ganze Länge der Bauchhöhle ſich hinabzieht, und deren Ausführungsgang ſich in die Allantois oder den Harnſack öffnet.

Man hat dieſe Organe nach ihrem erſten Entdecker die Wolffiſchen Körper, die Ur- oder Primordial-Nieren genannt. Sie finden ſich bei allen Embryonen in der angegebenen Weiſe, doch in größerer oder geringerer Erſtreckung, und ſind um ſo ſtärker entwickelt, je jünger der Embryo iſt. Ebenſo kann man im Allgemeinen ſagen, daß ſie um ſo früher verſchwinden, einer je höheren Klaſſe der Embryo angehört. Bei den Fiſchen beſtehen dieſe Organe das ganze Leben hindurch und werden gemeiniglich mit dem Namen der Nieren bezeichnet. Man braucht bei dem erſten beſten Fiſche nur die Baucheingeweide ſämmtlich zu entfernen, ſo wird man zunächſt an der Wirbelſäule, von einer fibröſen Haut verdeckt, die Nieren oder vielmehr die Wolffiſchen Körper in Geſtalt eines langgeſtreckten Organes von meiſt dunkel ſchwärzlicher Farbe finden, das deutlich ſeine Zuſammenſetzung aus zwei Hälften zu erkennen giebt. Bei den Amphibien, beſonders den Fröſchen, beſtehen die Wolffiſchen Körper nur während der Zeit des Larvenlebens, und zwar zeigen ſie ſich hier nur in dem oberen Theile der Bauchhöhle entwickelt. Bei Reptilien und Vögeln finden ſie ſich während der ganzen Zeit des embryonalen Lebens, verſchwinden aber allmählich gegen das Ende deſſelben. Bei den Säugethieren erhalten ſie ſich höchſtens bis zu der Mitte des Fötuslebens, und bei den Menſchen entwickeln ſie ſich nur höchſt wenig und verſchwinden ſchon gänzlich in dem zweiten Monat.

Es war natürlich, daß man ſich vom Anfang an mit der Frage nach der Bedeutung dieſer räthſelhaften Organe beſchäftigte, welche nur eine embryonale Exiſtenz beſitzen und mit dem Auftreten der eigentlichen Nieren zu Grunde gehen. Jetzt, wo man weiß, daß ſie zugleich mit der Allantois entſtehen, kann es wohl

keinem Zweifel mehr unterliegen, daß sie wirkliche Drüsen sind, welche ein Sekret liefern, das durch seine chemische Zusammensetzung Aehnlichkeit mit dem Urine hat. Der Bau dieser Wolffischen Körper ist sogar durch Entwickelung Malpighischer Gefäßknäuel demjenigen der Nieren durchaus analog. Die Funktion der Wolffischen Körper steht demnach in der nämlichen Beziehung zu dem embryonalen Leben, in welcher diejenige der Nieren zu dem Leben des Erwachsenen sich befindet. Der Harnsack ist das ursprüngliche Reservoir, in welches bei den höheren Wirbelthieren das Sekret der Wolffischen Körper sich ablagert, und seine Entwickelung steht in gewissem Verhältniß zu der Ausbildung der Urnieren. Deshalb sehen wir auch bei dem Menschen, wo der Harnsack so früh verschwindet und nur eine sehr geringe Ausbildung erlangt, die Urnieren nur eine äußerst geringe Stufe der Entwickelung erreichen. Nicht minder merkwürdige Beziehungen bieten diese Körper zu den Kiemen, und man kann wohl mit vollem Rechte sagen, daß Kiemenathmung und Wolffische Körper, Lungenathmung und eigentliche Nieren einander wechselseitig bedingen. Die chemische Untersuchung des Sekretes im Verhältniß zu dem Ergebnisse der Athemfunktion dürfte indeß über diese letztere Beziehung weit mehr Aufschluß ertheilen, als alle anatomischen Studien.

Die Nieren stehen ohne Zweifel in einem bestimmten Wechselverhältnisse zu den Wolffischen Körpern, obgleich auch daraus durchaus noch nicht folgt, daß sie auf Kosten und aus der Substanz der Wolffischen Körper sich entwickelten. Sie entstehen vielmehr aus einer besonderen Bildungsmasse, welche sich auf der Rückenfläche der Wolffischen Körper zwischen diesen und der Wirbelsäule ansammelt, und dort zwei ovale solide Zellenanhäufungen bildet, die man von der Bauchfläche her erst ansichtig wird, sobald man die Wolffischen Körper entfernt hat. Die Harnkanäle entstehen in den Nieren durchaus so, wie in den übrigen Drüsen, durch Auseinanderweichen der ursprünglich soliden Zellenmassen. Schon von Anfang an scheint von der ovalen Zellenanhäufung der Nieren ein solider Zellenstrang auszugehen,

der nach unten hin ſich erſtreckt, ſich ſpäter aushöhlt und den Harnleiter mit dem Nierenbecken bildet. Erſt wenn die Entwickelung der Nierenkanäle im Inneren der ſoliden Zellenanhäufung einen gewiſſen Grad erreicht hat, erhält die Niere ein traubiges oder lappiges Anſehen, das dadurch hervorgebracht wird, daß das Zellenmaterial ſich mehr um die einzelnen Drüſenkanäle zuſammendrängt und dort dichter erſcheint, als in den Zwiſchenräumen. Man hat behauptet, dieſes lappige Anſehen der Nieren, welches bei manchen Thieren, wie z. B. dem Bären, während des ganzen Lebens ſich erhält, bezeichne die primitive Anordnung dieſer Drüſe, die aus einzelnen Läppchen zuſammenwachſe, und auf dieſe falſche Anſicht geſtützt, hat man noch neuerdings gewagt, die ſchwindelndſten Theorieen hinſichtlich der Vergleichung des Embryo mit niederen Säugethieren aufzuſtellen. Man ſieht, daß dieſe Phantaſieen durchaus durch die Beobachtungen widerlegt werden.

Die keimbereitenden Geſchlechtsorgane, Hoden und Eierſtöcke, ſcheinen etwa in gleicher Zeit mit den Nieren, oder ſelbſt kurz vor dieſen aufzutreten. Sie entwickeln ſich aus einem iſolirten Häufchen von Zellenmaterial, welches einen länglichen Streifen bildet, das an dem inneren Rande der Wolffiſchen Körper, und zwar auf der Bauchfläche derſelben, ſich ablagert. Durch dieſe Lagerung iſt es allein möglich, die keimbereitenden Geſchlechtsorgane von den Nieren zu unterſcheiden, da ſehr bald die urſprünglich längliche Form derſelben mehr rundlich wird und dadurch derjenigen der Nieren näher tritt. Es iſt begreiflicher Weiſe in den erſten Zeiten unmöglich, Hoden und Eierſtöcke von einander zu unterſcheiden, da beide aus einem Häufchen Zellenmaterial zuſammengeſetzt ſind, das noch keine ſpecifiſch geſonderten Gewebtheile in ſich entwickelt hat. Indeß bildet ſich dieſe Verſchiedenheit ſchon ſehr bald aus, indem der Hoden mehr rundlich wird und im Inneren die röhrigen Samenkanäle zeigt, während der Eierſtock platt und länglich bleibt, zugleich ſich ſchief ſtellt und nach und nach die quere Poſition einnimmt, welche er bei dem Erwachſenen hat. In den Eierſtöcken der höheren Thiere

entwickeln ſich ferner niemals ſolche Röhren, wie in den Hoden, ſondern im Gegentheile die von Anfang an in ſich abgeſchloſſenen Follikel, welche nach den neueſten Beobachtungen unmittelbar um das primitive Keimbläschen ſich bilden und ſpäter bei Anlagerung des Dotters ſich vergrößern. Die ausführenden Geſchlechtstheile, nämlich Samenleiter und Eileiter, entwickeln ſich zur Seite des Ausführungsganges des Wolffiſchen Körpers in der Weiſe, daß ſie anfänglich ſolide Stränge darſtellen, die an der inneren Seite dieſer Ausführungsgänge ſich hinziehen, dann hohl werden und an dem vorderen Ende, wo ſie an die keimbereitenden Organe anſtoßen, eine längliche Spalte als Mündung beſitzen. Bei dem weiblichen Geſchlechte bleibt dieſe offene Spalte als Trichter des Eileiters zurück; — bei dem männlichen Geſchlechte hingegen verwächſt das anfangs offene vordere Ende auf noch nicht näher erörterte Weiſe mit dem Hoden und bildet ſo wahrſcheinlich den Nebenhoden mit dem Samengang. Die ausführenden Geſchlechtsorgane entwickeln ſich demnach durchaus iſolirt von den keimbereitenden, mit denen ſie erſt in ſpäterer Zeit bei dem männlichen Geſchlechte wenigſtens zuſammentreten.

Es läge uns hier noch ob, des Genaueren einzugehen auf die Bildung der äußeren Geſchlechtstheile, ſowie der Reſervoirs, die ſich an den Harn- und Geſchlechtsorganen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Die Entſtehung der Harnblaſe verdient hier vor allem eine nähere Berückſichtigung, da ſie mit derjenigen des Harnſackes in näherer Beziehung ſteht, der, wie wir oben geſehen haben, zur Ausbildung der Placenta ſo Vieles beiträgt und für die Ernährung des Fötus eine höchſt wichtige Rolle ſpielt. Der Harnſack ſelbſt ſcheint aus zwei urſprünglich getrennten Zellenmaſſen zu entſtehen, welche aus dem hinteren Körperende hervorwuchern und urſprünglich durchaus ſolide Maſſen darſtellen. Dieſe beiden Zellenhügel vereinigen ſich indeß ſehr bald, werden hohl und treten nun mit dem Darmkanal in nähere Verbindung, ſo daß die Höhle des Harnſackes in das hintere Ende des Darmes einmündet. Man glaubte aus dieſem Grunde früher, wo man die anfängliche Entſte-

hungsweiſe des Harnſackes noch nicht kannte, daß derſelbe eine blaſenartige Ausſtülpung der Bauchfläche des Darmrohres ſei. Der Harnſack wächſt, wie wir früher geſehen haben, ſehr ſchnell über den Embryo hinaus, legt ſich mit ſeinem kolbigen Ende an die zottige Fläche des Chorion an, und leitet auf dieſe Weiſe die Nabelgefäße zu der Anſatzſtelle der Placenta. Indem nun die Bauchdecken des Embryo von allen Seiten her gegen den Nabel ſich ſchließen, wird der Harnſack in ſeiner Mitte zuſammengeſchnürt und, gleich einem Zwerchſacke, in zwei Hälften getheilt: eine äußere, die vom Nabel zur Placenta reicht, bei den Menſchen ſehr bald verkümmert und den ſoliden Nabelſtrang bilden hilft, und eine innere, welche in den Bauchdecken eingeſchloſſen von dem Nabel bis zu dem hinteren Darmende ſich erſtreckt. Die hintere Portion dieſes inneren Sackes wird zur Harnblaſe, während die vordere ebenfalls in einen ſoliden Strang ſich umwandelt, welchen man bei dem Erwachſenen unter dem Namen des Harnſtranges oder Urachus kennt.

Es geht aus dieſer Darſtellung hervor, daß urſprünglich für den ganzen unteren Theil der Geſchlechts- und Harnorgane, ſowie des Darmes, nur eine gemeinſchaftliche Höhle exiſtirt, in welche die Allantois auf der vorderen Fläche einmündet. Zuerſt trennt ſich nun der Darm von dem Harnſacke und den ausführenden Harn- und Geſchlechtstheilen, welche in den Harnſack einmünden. Es hat demnach dann der Fötus eine gemeinſchaftliche Ausmündung für die Harn- und Geſchlechtsorgane, eine andere für den Darm. Diejenigen Theile, welche wir bei den Erwachſenen als äußere bezeichnen müſſen, fehlen durchaus. Die Entwickelung derſelben, namentlich aber ihr Verhältniß zu den ausführenden Organen, iſt noch in manches Dunkel gehüllt, und wir können um ſo weniger in dieſelbe eintreten, als ſie eine Kenntniß der Anatomie dieſer Theile vorausſetzen würde, die wir aus leicht begreiflichen Gründen nicht näher behandelt haben. So viel muß indeß hier bemerkt werden, daß die Form der äußeren Geſchlechtstheile urſprünglich bei beiden Geſchlechtern außerordentlich ähnlich iſt, und daß es nur

leichter Hemmungen in der Entwickelung dieſer oder jener Theile bedarf, um jene mannigfaltigen Mißbildungen zu erzeugen, die man öfter als Hermaphroditen ausgegeben hat. Bei den meiſten dieſer Mißbildungen iſt das Geſchlecht ſehr deutlich durch die Struktur der inneren keimbereitenden Organe zu erkennen, wenn auch die äußeren Theile noch ſo ſehr abweichen. Daß beide Geſchlechter auf einem und demſelben Individuum vereinigt ſein könnten, iſt bei den höheren Säugethieren und dem Menſchen durchaus undenkbar, weshalb man auch bei dieſen Geſchöpfen nicht von Hermaphroditismus im eigentlichen Sinne des Wortes reden kann. Aus der früheren Aehnlichkeit der äußeren wie der inneren Geſchlechtstheile, aus der Unmöglichkeit, Hoden und Eierſtöcke von Anfang an zu unterſcheiden, hat man eine Menge der lächerlichſten Anſichten über anfängliche Geſchlechtsloſigkeit, urſprüngliche Weiblichkeit des Embryo u. ſ. w. ausgeſponnen, die begreiflicher Weiſe keiner Beachtung werth ſind. So gewiß als das Ei urſprünglich die Anlage zu allen Organen des Embryo in ſich ſchließt, wenn dieſelben auch nicht ſichtlich hervortreten, ſo gewiß befindet ſich auch von Anfang an in ihm die Anlage der ſpeciellen Geſchlechtsorgane, die dann in die äußere Erſcheinung treten, wenn es der Typus der Gattung erfordert.

Siebenundzwanzigster Brief.

Das Blutgefäßsyſtem.

Bei der Entwickelung des Blutgefäßſyſtemes kommen ſo mannichfach verwickelte Proceſſe in Betracht, daß es nothwendig erſcheint, die Ausbildung dieſes ſo wichtigen Syſtemes je nach ſeinen verſchiedenen Elementartheilen zu betrachten. Es wird deshalb erſprießlich ſein, zuerſt von der Entſtehung des Herzens, des erſten Kreislaufes, des Blutes und der Gefäße zu ſprechen, und dann erſt anzudeuten, in welcher Weiſe die urſprünglichen Anlagen des Blutſyſtemes ſich umgeſtalten, um diejenige Form des Kreislaufes hervorzubringen, die wir ſchon früher aus dem Erwachſenen kennen gelernt haben.

Die älteren Beobachter hielten ſo ziemlich allgemein dafür, daß das Herz das erſte Organ ſei, welches bei dem Embryo ſich bilde, und in Folge dieſes Beobachtungsfehlers glaubten ſie, daß von dem Herzen als Centralpunkt aus eigentlich die Entſtehung ſämmtlicher anderer Organe bedingt werde, und das Herz demnach eben ſo wichtig für die Embryonalbildung ſei, als es für das ſpätere Leben erſcheint. Der Irrthum in der Beobachtung rührte hauptſächlich von dem Umſtande her, daß die älteren Beobachter die ſo durchſichtigen Uranlagen des Nervenſyſtemes überſahen, das Herz dagegen ſeiner rothen Farbe und lebhaften Bewegungen wegen bald unterſchieden. Wenn indeß dieſe Anſicht auch durch ſpätere Unterſuchungen ſich als falſch erwieſen hat, ſo kann dennoch das frühzeitige Erſcheinen des Herzens als ein weſentlicher Charakter der Wirbelthiere angeſehen

werden. Bei vielen wirbellosen Thieren ist das Herz das letzte Organ, dessen Anlage man unterscheiden kann; bei allen ohne Ausnahme sind die meisten Organe des Leibes schon auf einer bedeutenden Stufe der Ausbildung angelangt, ehe das Herz sich zu zeigen beginnt. Bei den Wirbelthierembryonen hingegen muß man, um die erste Bildung des Herzens zu sehen, auf die früheste Zeit der embryonalen Entwickelung zurückgehen, auf diejenige Zeit nämlich, wo der Embryo noch ganz flach mit der Bauchfläche über dem Dotter ausgebreitet ist und die primitiven Hirnblasen, die Chorda und die ersten Wirbelplatten eben angelegt sind. Der Embryo beginnt zu dieser Zeit mit dem Kopfende sich von der Dotterfläche abzuheben. Während nun das Kopfende sich loslöst und eine untere freie Fläche zeigt, erblickt man an dieser Bauch- oder Dotterfläche des Kopfes eine cylindrische Zellenanhäufung, welche in der ganzen Länge des Kopfes von vorn nach hinten verläuft. Etwa in der Gegend, wo das Nachhirn endet, oder noch ein wenig hinter diesem Orte, nämlich an der Stelle, wo die vordern Extremitäten hervorbrechen werden, läuft diese Zellenanhäufung in zwei seitliche Schenkel aus, die sich unbestimmt nach der Seite hin über die Gränze des Embryo's ausdehnen und auf der Dotterfläche verlieren, ohne genau begränzt werden zu können. Dieser solide, hinten zweischenkelige Zellencylinder ist die Uranlage des Herzens, die anfangs ganz horizontal und gerade auf dem Dotter liegt, oder vielmehr zwischen dem Vorderende des Embryo nach außen und dem Schleimblatte nach innen eingeschlossen ist. Bei den Säugethieren, wo durch die Entwickelung der Kopfbeuge der vordere Theil des Kopfes, wie oben ausgeführt wurde, gegen den Dotter hin eingeknickt wird, behält das Herz so ziemlich seine horinzontale Lage, bei den Fischen aber z. B., wo die Kopfbeuge nur angedeutet, die Nackenbeuge aber etwas stärker entwickelt ist, stellt sich das Herz zu einer gewissen Zeit des Embryonallebens fast senkrecht gegen die Körperaxe.

Bei diesen letzteren Thieren, deren Embryonen außerordentlich durchsichtig sind, kann man sich sehr leicht überzeugen,

daß das Herz urſprünglich eine vollkommen ſolide Zellenmaſſe darſtellt, die keine Höhlung in ihrem Inneren enthält. Nach und nach entwickelt ſich dieſe Höhlung in der Axe des Herzſtranges, und zwar wahrſcheinlicher Weiſe durch Auseinanderweichen, vielleicht auch durch theilweiſe Auflöſung der Zellen, die in dem Centrum des Stranges ſich befinden. Sobald dieſe innere Höhlung angelegt iſt, beginnen auch die abwechſelnden Zuſammenziehungen des Herzens, obgleich daſſelbe nur noch aus einfachen runden Zellen beſteht, welche ſich noch nicht zu Faſern ausgebildet haben. Die meiſten neueren Beobachter haben ſich von dieſer Thatſache überzeugt, und manche derſelben haben in dieſen Zuſammenziehungen eines nur bloß noch aus Zellen zuſammengeſetzten Organes mit vollem Rechte einen Beweis der Contraktilität der urſprünglichen Zellenmembranen geſehen. Gewiß iſt auch, daß die Höhle des Herzſchlauches in der erſten Zeit ihrer Bildung durchaus für ſich abgeſchloſſen iſt, daß dieſe Höhle anfänglich weder nach vorn in Gefäße des Embryo, noch auch nach hinten in die beiden Schenkel der Herzanlage ſich fortſetzt, und daß die in ihr befindliche Flüſſigkeit durch die rhythmiſchen Zuſammenziehungen des Herzſchlauches abwechſelnd hin- und herbewegt wird, ohne einen Ausgang zu finden. Man kann dies am leichteſten aus dem Umſtande erſehen, daß öfters einige Zellen von der inneren Herzwand ſich loslöſen und dann in der Herzhöhle mit der darin enthaltenen Flüſſigkeit auf und nieder getrieben werden, ohne aus dem Herzſchlauche entweichen zu können.

Es geht aus dieſen Beobachtungen, in welchen die neueren Forſcher bei den verſchiedenſten Thieren übereinſtimmen, hervor, daß das Herz durchaus iſolirt für ſich entſteht, daß ſeine Höhlung urſprünglich mit keinen Gefäßen im Zuſammenhange iſt, und daß dieſe Höhle als ein großer Intercellularraum angeſehen werden muß, deſſen Wände durch die Zellenmaſſen des Herzſchlauches gebildet werden. Es iſt in dieſer letzteren Beziehung völlig gleichgültig, ob dieſer innere Raum durch Auflöſung und Zerfließen der centralen Zellen des Herzſchlauches gebildet werde,

oder aber durch Auseinanderweichen derselben; welches letztere indeß aus dem Grunde wahrscheinlicher ist, weil oft einzelne losgerissene Zellen im Inneren herumgetrieben werden. In beiden Fällen bleibt indeß die Bedeutung der Herzhöhle als Intercellularraum wesentlich bestehen.

Während man die erste Bildung des anfänglichen Herzschlauches beobachtet, entwickelt sich zugleich auf der Oberfläche des Schleimblattes in der Umgebung des Embryo eine eigenthümliche Schicht von Zellen, welche hauptsächlich dazu bestimmt sind, die ersten Elemente des Blutes in sich auszubilden. Im ganzen Umfange eines Kreises nämlich, den man von der Mitte des Embryo aus ziehen würde, und dessen Durchmesser etwa um ein Viertheil länger sein würde, als der Embryo in dem Umfange eines solchen Kreises, sage ich, kann man bald nach dem Erscheinen der ersten Anlage des Herzens eine hautartige Zellenschicht unterscheiden, welche ein gefleckes Ansehen bietet, indem dunklere Inseln von Maschen hellerer Substanz durchzogen sind. Diese hautartige Zellenschicht, welche anfangs mit dem Schleimblatte in engem Zusammenhange steht, später aber von ihm abgelöst werden kann, ist dasjenige, was ältere und neuere Embryologen das Gefäßblatt genannt haben. Trotz der Trennung, welche man zwischen diesem Gefäßblatte einerseits und dem Schleimblatte anderseits vornehmen kann, darf indeß dasselbe dennoch nicht mit den andern Blättern der Keimhaut in gleichen Rang gestellt werden, da es, wie wir sogleich sehen werden, an der Bildung der Organe des Rückens keinen Antheil nimmt, sondern außerhalb des Embryo auf dem Dotter verbleibt. Um dieser Ursache willen möchte es geeigneter sein, dieses Gefäßblatt unter dem Namen der blutbildenden Schicht zu bezeichnen.

In ihrer Peripherie ist die Blutbildungsschicht rundum durch einen dunkleren Kreis genau abgegränzt, der nur dem Kopfende des Embryo gegenüber unterbrochen ist. Beobachtet man nun die Blutbildungsschicht weiter in ihrer Entwickelung, so sieht man, daß in dem Umkreise der dunklen Stellen die helleren

Zwischenlagen allmählich auseinander weichen. Auf diese Weise entstehen Rinnen, welche die dunklen Zellenanhäufungen umgeben, so daß diese von Flüssigkeit umspült werden, welche sich in den Rinnen ansammelt. Die Rinnen begränzen sich immer mehr und mehr durch das Aneinanderschließen der helleren, maschenartige Figuren bildenden Zellenmassen, und diese Maschen vereinigen sich von beiden Seiten her allmählich gegen die Stellen hin, wo die beiden Stellen des Herzschlauches in die Blutbildungsschicht übergehen. Auf diese Weise bilden sich also mit einander zusammenhängende Maschenräume, in welchen Haufen von dunklen Embryonalzellen abgelagert sind, die sich zu Blutkörperchen ausbilden, während die umgebenden auseinandergewichenen helleren Zellenmassen die ersten Gefäßwandungen darstellen. Anfangs erscheinen diese in der Blutbildungsschicht entstandenen Maschenräume noch für sich isolirt. Sobald sie aber so weit herangebildet sind, daß man ihre Höhlen bemerken kann, haben sich diese Höhlen auch von beiden Seiten her mit den hinteren Schenkeln des Herzschlauches verbunden und in diesen geöffnet. Mit der Herstellung dieser Verbindung beginnt auch der erste Kreislauf, indem die rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens, welche schon vorher thätig waren, auch auf die in den Maschenräumen der Blutbildungsschicht befindliche Flüssigkeit ihre Wirkung fortpflanzen. Um diesen ersten Kreislauf zu begreifen, ist es indessen nöthig, auch diejenigen Gefäße zu berücksichtigen, welche sich in dem Körper des Embryo selbst gebildet haben. Der Herzschlauch selbst hat sich nämlich während der Ausbildung der Gefäße verlängert und S förmig zusammengekrümmt. Während man früher sein vorderes Ende nicht deutlich unterscheiden konnte, kann man sich jetzt überzeugen, daß er nach vorn eben so wie nach hinten in zwei Schenkel sich theilt, die sich gegen die Schädelbasis hin um die Speiseröhre herumbiegen, über derselben und unter der Wirbelsaite nach hinten zu sich vereinigen, und so einen kurzen Stamm bilden, der längs der Chorda gegen den Schwanz hin verläuft. Der Herzschlauch endigt also nach vorn in zwei Aortenbogen, welche durch ihre Vereinigung eine mittlere Aorta bilden.

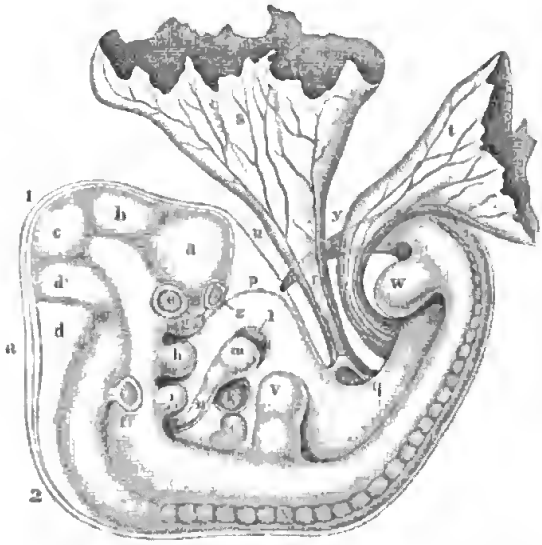


Fig. 51. Ein etwa 26 Tage alter Hundeembryo, fünfmal vergrößert, von der Seite gesehen.

a. Vorderhirn. b. Zwischenhirn. c. Mittelhirn. d'. kleines Gehirn. d. Nachhirn. e. Auge. f. Ohrbläschen, durch einen Stiel (Hörnerven) mit dem Nachhirn zusammenhängend. g. Oberkiefer. h. Unterkiefer (erster Kiemenbogen). i. Zweiter Kiemenbogen k. Rechte Vorkammer des Herzens. l. Linke Kammer. m. Rechte Kammer. n. Aortenstiel. o. Leber. p. Herzbeutel. q. Darmschlinge, in welche das Nabelbläschen s. mit seinem Stiele r. einmündet. t. Allantois. u. Amnios. v. Vordere Extremität. w. Hintere Extremität. x. Wirbelsäule. y. Schwanz. z. Nase. 1. Kopfbeuge. 2. Nackenbeuge.

Diese theilt sich in ihrem Verlaufe nach hinten zu in zwei seitliche Stämme, die längs der Wirbel bis zu dem Körperende verlaufen und nach beiden Seiten hin quere Aeste aussenden, die sich ebenfalls in der Blutbildungsschicht verzweigen.

Der erste Kreislauf des Embryo geht demnach in folgender Weise vor sich. Aus dem Sförmig gekrümmten Herzschlauche wird das Blut in die beiden Aortenbogen getrieben, strömt durch die anfangs ganz einfache Aorta, dann durch die beiden aus derselben entstehenden Wirbelarterien nach hinten, und vertheilt sich endlich in maschenförmigen Netzen durch die aus den Wirbelarterien entspringenden seitlichen Dotterarterien auf der Bildungsschicht. Der dunkele Kreis, welcher die Peripherie dieser Schicht

begränzte, hat ſich in ein zuſammenhängendes Gefäß, die ſogenannte Kreisvene, umgewandelt, welche den Embryo faſt überall umgiebt, in der Nähe des Kopfes aber einbiegt und ſo zwei Stämme bildet, in welchen das Blut gegen die beiden Schenkel des Herzſchlauches hinſtrömt. Ebenſo ſammelt ſich, dem Hintertheile des Embryo entſprechend, das Blut in zwei ſeitlichen Stämmen, in welchen es von hinten nach vorn gegen die Herzſchenkel ſtrömt, um von da aus durch das Herz die Bahn von neuem wieder zu beginnen. Betrachtet man einen Embryo aus dieſer Periode, der mit ausgebreitetem Gefäßblatte auf dem Rücken liegt, ſo erſcheint der Fötus als die Axe zweier Halbmonde, die mit ihren hinteren Spitzen zuſammenſtoßen, vorn aber von einander getrennt ſind. Die äußere Peripherie dieſer Halbmonde wird von der Kreisvene, die innere von den ſogenannten Nabelblaſenvenen gebildet; — in der Mitte etwa hängen die Halbmonde durch zwei vorſpringende Zipfel, die Herzſchenkel, mit dem Herzſchlauche zuſammen. Es erſcheint alſo dieſer erſte Kreislauf im Verhältniß zu dem Embryo als ein durchaus äußerlicher. Maſchenartige, den Capillaren entſprechende Gefäße zeigen ſich nur in der Blutbildungsſchicht, nicht aber in der Embryonalſubſtanz, in welcher außer der Aorta und den beiden Wirbelarterien durchaus keine Gefäße ſich finden. Der erſte Kreislauf iſt alſo offenbar darauf berechnet, ein Capillarnetz in der Blutbildungsſchicht in größter Nähe mit dem Dotter auszubilden, und damit die Zufuhr von Subſtanz aus dem Dotter zu vermitteln.

Es würde für den Zweck unſerer Darſtellung zu weit führen, wollten wir hier auseinander ſetzen, in welcher Weiſe dieſer erſte Kreislauf ſich allmählich abändert und wie er durch die mannigfaltigſten Umbildungen in diejenige Form übergeht, welche wir bei dem ausgetragenen Fötus erblicken. Der Herzkanal, der früher einfach war, ſchlingt ſich allmählich mehr und mehr zuſammen, erweitert ſich an gewiſſen Stellen, während er an andern ſich zuſammenſchnürt, und entwickelt ſich endlich durch die mannigfaltigſten Verwachſungen zu jener Form des Herzens, welche wir in einem früheren Briefe bei dem Erwachſenen kennen gelernt

haben. Mit der weiteren Ausbildung der embryonalen Organe entstehen auch in diesen Gefäße, welche ihrem Verlaufe nach die mannigfaltigsten Metamorphosen durchgehen, ehe die bleibende Gestalt des Kreislaufes hervorgebracht ist. Man hat sehr oft behauptet, die Organe entstünden gleichsam durch Ablagerung aus den Gefäßen; — es bildeten sich erst Gefäßschlingen, in deren Zwischenräumen sich dann die Substanz der Organe niederschlüge und anhäufte. Die Beobachtung thut im Gegentheile dar, daß alle Organe ohne Ausnahme bei ihrer Entstehung aus compacten Zellenhaufen gebildet sind, in denen erst später Gefäße auftreten, und zwar kann man mit vollkommener Sicherheit den Satz aufstellen, daß sich dann erst später Gefäße in den Organen bilden, wenn die Zellen derselben sich zu differenziren und in besondere Gewebtheile umzubilden beginnen. So lange ein Organ aus primitiven Embryonalzellen besteht, die überall gleichförmig sind, genügt die Lebensthätigkeit dieser Zellen zu der Ernährung und Fortbildung des Organs. Sobald aber die Zellen in specielle Elementartheile überzugehen beginnen, hier Fasern, dort Epithelien, Nervenröhren oder Muskelcylinder aus sich entwickeln, zeigen sich auch an bestimmten Orten Gefäße, deren Capillaren bei dem allmählichen Zugrundegehen der Zellenvegetation der Ernährung des Organes vorstehen. Die Gefäße bilden sich demnach wie andere Elementartheile auf dem Platze selbst durch die Differenzirung der primitiven Zellen. Sie wachsen weder in die Organe hinein, noch aus denselben hinaus.

Es fragt sich indessen, auf welche Weise die Gefäße entstehen, und wie man dieselben der Zellentheorie gegenüber ansehen muß. Was nun zuerst das Herz und die großen Gefäße, der Blutbildungsschicht sowohl als auch des Embryo, betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß dieselben durch Auseinanderweichen ursprünglich compacter Zellenhaufen sich bilden. Nicht nur an dem Herzen hat man diese Entstehungsweise direct beobachtet, sondern auch an den Stämmen und Aesten der Gefäße, welche sich in der Blutbildungsschicht erzeugen. Die auseinander gewichenen Zellenmassen bilden die Wandungen dieser

primitiven Gefäßrinnen, und anfangs iſt der Zuſammenhang derſelben noch ſo loſe, daß man öfters beobachtete, wie Zellen von dieſen Wandungen ſich loslöſten und in dem Blutſtrome mit fortgeriſſen wurden. Allmählich verſchmelzen die Begränzungszellen der Gefäße inniger miteinander und bilden dann eine geſonderte Gefäßwandung, in welcher ſich meiſtens Faſern entwickeln. Neuere Beobachtungen machen es nicht wahrſcheinlich, daß alle Gefäße, welche in primitiver Zeit bei Embryonen auftreten, Wandungen beſitzen, die aus mehrfachen Zellenlagen hervorgegangen ſind, daß demnach alle Gefäße, welche in der erſten Zeit entſtehen, als wahre Intercellularräume betrachtet werden müſſen, die ſich zwiſchen den Zellenanhäufungen ausgehöhlt haben. Man hatte die Folgerungen aus dieſen Beobachtungen ſogar ſo weit getrieben, daß man behauptete, alle dieſe Gefäße würden durch den Stoß des Herzens ausgehöhlt, das durch ſeine Zuſammenziehungen die in ihm enthaltene Flüſſigkeit gleichſam in die loſen Zellenanhäufungen hineinſpritze. Abgeſehen davon, daß eine ſolche Erklärung geradezu abſurd genannt werden kann, indem es unmöglich wäre, zu begreifen, aus welchem Grunde die Blutbahnen ſich überall bei tauſend und aber tauſend Embryonen an demſelben Orte aushöhlen, und wie ein aus loſen Zellenmaſſen beſtehendes Herz Kraft genug entwickeln könne, um durch die von ihm bewegte Flüſſigkeit andere Zellenanhäufungen auseinander treiben zu können; abgeſehen hiervon, ſage ich, liegen auch beſtimmte Beobachtungen vor, daß ſolche Intercellularräume ſich durchaus abgeſondert bilden und dann erſt mit den ſchon beſtehenden Blutbahnen in Communication treten. Wo aber die nackte Thatſache widerſpricht, da bedarf es keiner weiteren Widerlegung.

Die Capillargefäße des Körpers entſtehen in ganz anderer Weiſe, als die größeren Stämme und diejenigen embryonalen Gefäße, welche auf dem Fruchthofe z. B. ſich ausbreiten. Man ſieht zuerſt helle kernhaltige Zellen mit abgerundeten Ecken, welche ſich aneinander legen und durch Verſchmelzung der Zwiſchenwände etwas weitere Röhren bilden, die in die größeren Stämme ſich öffnen. Später ſproſſen aus dieſen Zellen zarte faſerartige

Spitzen und Ecken hervor, welche sich rasch verlängern, durch das Gewebe hindurch fortwachsen, und endlich zu einem Netze seiner Kanäle mit einander verschmelzen, das so eng ist, daß nur Blutwasser darin circuliren kann. Durch den Andrang des Blutstromes erweitern sich diese Kanälchen, von Zeit zu Zeit schlüpft ein Blutkörperchen hinein, welches sich durchdrängt, und so wird allmählich das vollständige Netz hergestellt, und jedes Gefäßchen hinlänglich erweitert, um Blutkörperchen durchzulassen.

Das Blut ist, wie wir in einem früheren Briefe weitläufig auseinandersetzten, keine homogene Flüssigkeit, sondern aus einem farblosen Serum und gefärbten Blutkörperchen zusammengesetzt, die bei jedem Thiere eine ganz eigenthümliche Form und Größe besitzen und von allen andern Gewebtheilen sich auf den ersten Blick unterscheiden. Es fragt sich nun, in welcher Weise diese eigenthümlichen Gewebelemente des Blutes entstehen? Man hat über diesen Punkt die mannigfaltigsten Untersuchungen angestellt, und während früher mancherlei Widersprüche in den Beobachtungen sich zeigten, scheinen diese jetzt zu einem befriedigenden Ganzen vereinigt werden zu können.

Die ersten Blutzellen, denn so muß man ohne Zweifel dieselben benennen, sind weiter nichts als losgerissene Partikeln von den Zellenwandungen der ersten Gefäße. Wir haben gesehen, daß in dem Herzen sowohl wie in den größeren Gefäßen, sobald ihre Höhlung sich zu entwickeln beginnt, einzelne innere Zellen oder auch ganze Zellenhaufen losgelöst und in den Blutstrom mit fortgerissen werden. Dasselbe findet Statt mit den dunkleren Zellenmassen in der blutbildenden Schicht, um welche herum sich Gefäßrinnen bilden. Sobald diese mit der Herzhöhlung in Verbindung getreten sind, werden die dunkleren Zellen durch den mitgetheilten Stoß des Herzens allmählich in Bewegung gesetzt, fortgerissen, und bilden so die ersten Blutkörperchen, welche sich in nichts von den ursprünglichen Embryonalzellen unterscheiden. Sie sind durchaus farblos, rund, von weit bedeutenderer Größe als die platten Blutkörperchen des Er-

wachſenen, und zeigen wie alle Embryonalzellen deutliche Kerne und körnigen Inhalt. Der Inhalt dieſer erſten Blutzellen namentlich entſpricht ganz demjenigen der übrigen primitiven Zellen, weßhalb er bei den Fröſchen z. B. aus mehr feſten Stearintäfelchen beſteht, bei den Säugethieren feinkörniger Natur iſt. Die Umwandlung dieſer Zellen in gefärbte Blutkörperchen geht in der Weiſe vor ſich, daß der körnige Inhalt nach und nach aufgeſogen wird und verloren geht, daß die urſprünglich bedeutend große Zelle kleiner wird, ſich abplattet, vielleicht auch durch Theilung in zwei kleinere Zellen ſich ſpaltet, und daß die kleineren Zellen ſich mit Blutfarbſtoff füllen, der bekanntlich in der Maſſe der Blutkörperchen durchaus gleichförmig vertheilt iſt. Man hat an den urſprünglichen Blutzellen mancherlei Erſcheinungen geſehen, welche auf eine Theilung derſelben hindeuten; doppelte Kerne, einfache längliche Kerne, in Biscuitform; in der Mitte eingeſchnürte Blutzellen, die um ihre Axe gedreht ſchienen, und ähnliche Formen mehr, die ſich wohl nicht anders als durch beginnende Theilung erklären laſſen, und damit auch über den auffallenden Größenunterſchied zwiſchen den urſprünglichen farbloſen Blutzellen und den gefärbten Körperchen Aufſchluß geben.

Begreiflicher Weiſe genügt die Zahl der urſprünglichen Blutkörperchen durchaus nicht, um auch bei fortdauernder Vermehrung durch Theilung die ungemeine Zahl von Blutkörperchen hervorzubringen, welche in dem ſpäteren Kreislaufe ſich zeigen. Die Gewebe des Embryo können aus ihren Zellen keine hinlängliche Zahl primitiver Blutzellen herſtellen, weßhalb ſich ein eigener Herd der Bluterzeugung in der blutbildenden Schicht entwickelt. Bei denjenigen Thieren, wo der Dotter als Ernährungsmaterial während des ganzen Embryonallebens eine bedeutende Rolle ſpielt, erhält ſich dieſe blutbildende Schicht des Schleimblattes auf lange in ihrer Funktion. Bei den Säugethieren aber, wo der Dotter nur höchſt unbedeutend im Verhältniſſe zu dem Embryo iſt und dieſer ſeine hauptſächlichſte Nahrung aus dem Blute der Mutter ſelbſt empfängt, geſtaltet ſich

bald ein beſonderer Blutbildungsherd in der Leber, und es wird deshalb erklärlich, weshalb dieſe Drüſe bei den Embryonen eine verhältnißmäßig ſo bedeutende Größe erreicht. Aus dem Blute der Mutter können, wie ſchon früher bemerkt wurde, nur flüſſige Stoffe in das Blut des Embryo's übergehen. Die Blutkörperchen müſſen alſo von dem Fötus ſelbſt gebildet werden, und da die Blutbahnen in ſich abgeſchloſſen ſind, ſo kann dieſe Ausbildung der Blutkörperchen nur innerhalb der Gefäße ſelbſt vor ſich gehen. Wenn es nun wohl keinem Zweifel unterliegt, daß in allen Geweben, wo neue Gefäße entſtehen, auch Zellen ſich losreißen und Blutkörperchen bilden, ſo trifft man doch in den Lebergefäßen eine ungemeine Menge von Zellen in verſchiedenen Stadien, die in Blutkörperchen übergehen. Man ſieht dort nach der Beſchreibung neuerer Autoren kleine Kerne, die ſich zuerſt mit körnigem Inhalt und dann mit zarten Membranen umhüllen und ſo kleine farbloſe Blutzellen bilden. Anfänglich ganz blaß, werden dieſe farbloſen Zellen allmählich durch Aufnahme von Farbſtoff dunkeler und gehen dadurch in gewöhnliche gefärbte Blutkörperchen über. Viele dieſer Zellen ſcheinen auch auf dieſelbe Weiſe, wie die primitiven, aus losgeriſſenen Embryonalzellen entſtandenen Blutzellen, ſich durch Theilung zu vermehren. Man hat bemerkt, daß bei denjenigen Thieren, wo der Dotter keine beſondere Rolle ſpielt, wie bei Säugethieren, dieſe Blutkörperchen etwa ein Dritttheil der Geſammtzahl der Blutzellen in dem Leberblute ausmachen, in anderen Gefäßen aber weit ſeltener ſind; während bei Eidechſen überall in der Blutmaſſe dieſe farbloſen Körperchen etwa gleichmäßig vertheilt waren, was ſich leicht dadurch erklärt, daß hier die Bildung ſolcher Zellen überall in den Dottergefäßen Statt hatte.

Die weſentlichſten Reſultate, welche wir über die Bildung der Gefäße und des Blutes beſitzen, laſſen demnach alle größeren Gefäße ſo lange als Intercellularräume erſcheinen, bis ſie ſich allmählich durch Differenzirung ihrer Wandungen als ſelbſtſtändige Röhren hinſtellen, während die Capillargefäße innere Zellenhöhlen ſind, die in dieſe Intercellularräume ſich öffnen. Die

Beobachtung läßt ferner die Blutkörperchen theils aus urſprünglich losgeriſſenen Embryonalzellen hervorgehen, theils auch innerhalb der ſchon gebildeten Gefäße in beſonderen Blutbildungsherden neu entſtehen. Bei den Säugethieren läßt ſie die Leber als ſolchen ſpäteren Blutbildungsherd erſcheinen.

Der Uebergang des embryonalen Kreislaufes in denjenigen, welcher nach der Geburt und bei dem Erwachſenen ſich zeigt, bildet einen zu wichtigen Abſchnitt in der Geſchichte des Fötus, als daß wir nicht einige Augenblicke bei demſelben verweilen ſollten. Wir haben geſehen, daß bei dem Erwachſenen das Herz vollkommen in zwei Hälften, eine linke und eine rechte, geſchieden iſt; daß aus der linken Herzhälfte das Blut in den ganzen Körper getrieben wird, durch die Capillaren des Körpers und die Körpervenen in das rechte Herz ſtrömt, von dort aus mit erneuter Kraft den Lungen zueilt, und aus dieſen in die linke Herzhälfte zurückkehrt. Wir haben ferner geſehen, daß nur innerhalb der Capillargefäße das Blut ſeine Beſchaffenheit ändert, und daß beim Erwachſenen kein anderer Zuſammenhang zwiſchen arteriellem und venöſem Blute gegeben iſt, als durch Vermittelung der Capillaren. Dieſen Verhältniſſen gegenüber haben wir den erſten Kreislauf des Blutes im Embryo im Anfange dieſes Briefes beſchrieben, deſſen weſentlicher Charakter darin beſteht, daß man keinen Unterſchied zwiſchen venöſem und arteriellem Blute nachweiſen kann, daß das Herz nur einen einfachen Schlauch darſtellt, von welchem aus das Blut längs des Körpers hinabläuft, ohne in die Subſtanz deſſelben ſich zu vertheilen; es geht vielmehr in ſeiner Geſammtheit durch die Nabelarterien auf die Nabelblaſe über, um dann durch die Nabelvene in den einfachen Herzſchlauch zurückzukehren. Es fragt ſich nun, wie ſich dieſe beiden Extreme vermitteln, und namentlich, wie der letzte Kreislauf des Embryo unmittelbar vor der Geburt ſich verhalte.

Urſprünglich fanden ſich nur zwei Aortenbogen, die, ohne Aeſte abzugeben, ſich unter der Wirbelſäule vereinigten, um die große Körperarterie, die Aorta, zu bilden. Nach und nach ent-

wickeln ſich aber eben ſo viele Gefäßbogen aus dem Herzen, als man Kiemenbogenpaare zählt. Alle dieſe Bogen umfaſſen den Schlund und vereinigen ſich über demſelben in der Aorta. Sehr ſchnell verkümmern aber mehrere dieſer Bogen, während andere, beſonders ein linker und ein rechter, ſich ſtärker ausbilden. Zugleich entwickelt ſich die Scheidewand der Herzkammern, ſo daß der eine dieſer übriggebliebenen arteriellen Aortenbogen der linken, der andere der rechten Herzhälfte angehört. Statt eines doppelten, durch eine ſenkrechte Scheidewand getheilten Vorhofes ſieht man zu dieſer Zeit nur einen einfachen Venenſack, in welchen die von oben und unten kommenden venöſen Gefäße einmünden. Die Nabelblaſe iſt geſchwunden mit ihrer ganzen Circulation; dagegen hat ſich die Placenta durch Mithülfe des Harnſackes hervorgebildet, und die Körperorgane erhalten ſämmtlich Blut durch Arterien, welches ſie durch Venen dem Herzen wieder zuſenden. So hat ſich allmählich eine eigenthümliche Form des Kreislaufes herangebildet, deren weſentlicher Charakter darin beſteht, daß die obere und untere Körperhälfte aus verſchiedenen Herzhälften verſorgt werden, und ein Theil des Blutes außerhalb des Embryo nach der Placenta hin getrieben wird, um dort den Austauſch mit der Blutmaſſe der Mutter zu beſorgen. Das Blut ſtrömt bei dieſer intermediären Form des Kreislaufes aus der linken Herzkammer durch ein bedeutendes Gefäß, die linke oder obere Aorta, hervor und vertheilt ſich nach dem Kopfe und den oberen Extremitäten. Aus den Capillaren dieſer Gebilde ſammelt es ſich wieder in einen einzigen Stamm, die obere Hohlvene, welcher ſich in den gemeinſchaftlichen Venenſack, doch etwas mehr gegen die rechte Seite hin, öffnet. Aus dieſem in die rechte Kammer getrieben läuft das Blut durch die untere oder rechte Aorta hervor, welche im Bogen ſich gegen die Wirbelſäule hin krümmt, Zweige an Lunge, Leber und alle Eingeweide giebt und zuletzt ſich in die Extremitäten vertheilt. In der Bauchhöhle aber giebt dieſe untere Aorta zwei Arterienſtämme ab, die Nabelarterien, die früher dem Harnſacke angehörten und nun durch den Nabelſtrang nach der Pla-

centa hingehen, um dort sich zu vertheilen. Das Blut der rechten Aorta, des rechten Ventrikels, versorgt also die untere Körperhälfte, die Eingeweide und die Placenta. Von den Extremitäten kehrt es durch die unteren Venen, von der Placenta durch eine Nabelvene zurück, und vermischt sich mit dem aus der Leber kommenden Blute in einem großen Gefäße, der unteren Hohlvene, die in den gemeinschaftlichen Venensack, doch etwas mehr nach links hin, sich öffnet. Das Blut der unteren Hohlvene strömt dieser Richtung der unteren Hohlvene zufolge mehr in den linken Ventrikel und beginnt von diesem aus wieder seine Bahn durch die linke oder obere Aorta.

Die obere Körperhälfte erhält demnach einzig und allein Blut aus dem linken Ventrikel, dessen Aorta sich ganz in derselben vertheilt, und sendet das Blut sämmtlich in die rechte Vorhofshälfte zurück. Die linke Aorta wird aber besonders durch die untere Hohlvene gespeist, welche das von der Placenta zurückkehrende Blut enthält. Dieses war aber mit dem Blute der Mutter in Wechselwirkung, und hat dadurch analoge Veränderungen erfahren, wie diejenigen, welche später in den Lungen erzielt werden. Daraus erklärt sich die vorwiegende Entwickelung der oberen Körperhälfte in der früheren Zeit des Embryonallebens. Die untere Körperhälfte erhält durch Vermittelung der oberen Hohlvene, des rechten Ventrikels und der rechten unteren Aorta fast nur Blut, welches schon die Capillarsysteme der oberen Körperhälfte durchlaufen hat, dem aber durch die, in dem gemeinschaftlichen Venensack des Herzens gegebene Communikation, einiges von der Placenta herkommende Blut beigemischt wird. Der Lungenkreislauf besteht zu dieser Zeit aus einem höchst geringen Arterienzweige, der von der rechten Aorta abgeht, und aus einer kleinen Vene, welche in die untere Hohlvene zurückkehrt. Bedeutender ist schon der Leberkreislauf, indem einerseits das von den Eingeweiden kommende Blut sich in eine Pfortader sammelt, die sich in der Leber verzweigt, anderseits auch die von der Placenta zurückkommende Nabelvene Zweige in die Leibersubstanz abgiebt. Die so aus der Pfortader und

den Nabelvenen gebildeten Capillarien der Leber sammeln sich in Lebervenen, welche sich in die untere Hohlvene ergießen.

Während nun der Fötus der Reife sich nähert, bildet sich allmählich eine Scheidewand in dem gemeinschaftlichen Venensacke aus, die denselben in zwei Vorhöfe abscheidet, welche aber noch immer durch eine bedeutende Communikationsöffnung, das eirunde Loch (foramen ovale) durchbrochen ist. Die beiden Aorten haben sich aneinander gelegt und sind mit einander verschmolzen an der Stelle, wo sich der Bogen der rechten Aorta nach hinten hinwandte. Die Lungenarterie ist größer geworden. Der Bogen der rechten Aorta, von dem Ursprunge der Lungenarterie an bis zu der Vereinigungsstelle, heißt jetzt der Arteriengang (ductus arteriosus Botalli). Die Circulation in der Leber hat sich schärfer begränzt, und der gesammte Kreislauf hat jetzt bei dem reifen Fötus, unmittelbar vor der Geburt, folgende Anordnung (s. S. 623).

Aus der linken Herzkammer strömt das Blut durch die linke Aorta im Bogen aus und vertheilt sich in die Gefäße der oberen Körperhälfte. Unmittelbar hinter der Abgabestelle dieser Gefäße öffnet sich der Bogen in denjenigen der absteigenden, aus dem rechten Ventrikel kommenden, Aorta, die also auch einiges Blut aus dem linken Ventrikel erhält. Das nach Kopf und Armen vertheilte Blut der linken Aorta kehrt durch die obere Hohlvene in den rechten Vorhof zurück, und wird von der rechten Kammer durch die rechte Aorta ausgetrieben. Ein Theil dieses Blutes (der geringere) strömt durch die Lungenarterie in die Lungen, die Hauptmasse durch den rechten Aortenbogen (den Botallischen Gang) in die absteigende Aorta, und vertheilt sich in die Eingeweide und die unteren Extremitäten. Zwei große Zweige dieser absteigenden Aorta, die Nabelarterien, führen das Blut in die Placenta und durch die Nabelvene aus dieser wieder zurück. Das Blut der hinteren Extremitäten strömt durch die untere Hohlvene nach dem Herzen. Dieser untere Hohlvenenstamm nimmt bei seinem Durchgange durch die Leber einen großen Ast der Nabelvene auf, den sogenannten Venengang (ductus venosus

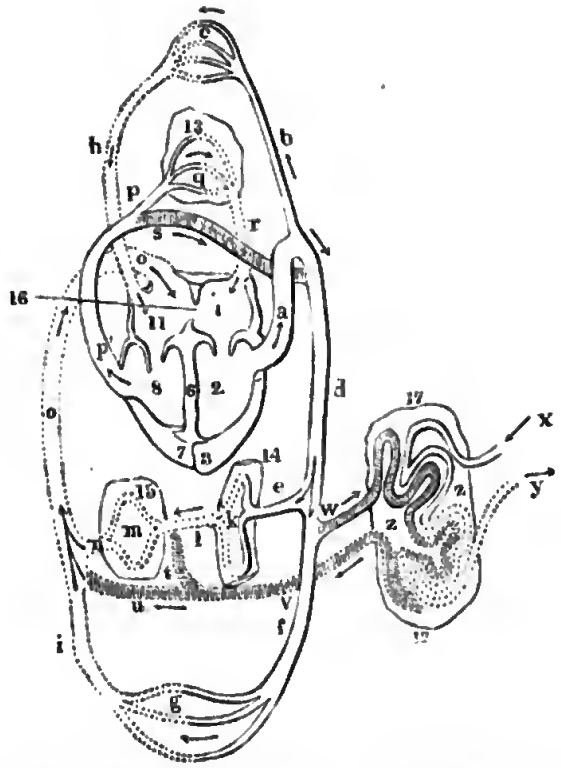


Fig. 52. Schematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes der Frucht, kurze Zeit vor der Geburt. Die Figur iſt in ähnlicher Weiſe gehalten, wie die ſchematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes des Erwachſenen, S. 26, und um die Vergleichung zu erleichtern, ſind dieſelben Zahlen und Buchſtaben zur Bezeichnung derſelben Gegenſtände verwendet. Die Haargefäßſyſteme ſind durch einfache Veräſtelungen angezeigt; alle zum Herzen führenden Gefäße (Venen) ſind mit punktirten Linien, alle vom Herzen wegführenden Gefäße (Arterien) mit zuſammenhängenden Contourlinien bezeichnet; kleine Pfeile zeigen die Richtung der Blutſtrömung. Diejenigen Gefäße, welche nach der Geburt obliteriren und durch dieſelben außer Thätigkeit geſetzt werden, ſind quer ſchraffirt.

1. Linker Vorhof. 2. Höhle der linken Kammer. 3. Spitze des Herzens. 6. Scheidewand der Kammern. 7. Spitze der rechten Kammer. 8. Höhlung der rechten Kammer. 11. Rechter Vorhof. 13. Lunge. 14. Darm. 15. Leber. 16. Das eirunde Loch (foramen ovale), welches die Scheidewand der Vorhöfe durchbricht und eine Communication zwiſchen rechtem und linkem Vorhof herſtellt, die ſpäter zuwächſt. 17. Mutterkuchen (Placenta).

a. Arterieller Körperſtrom (linke Aorta). b. Arterieller Strom für den Oberkörper. c. Capillarſyſtem des Oberkörpers. d. Arterieller Strom für den Unterkörper. e. Arterieller Strom für die Verdauungsorgane. f. Ar-

terieller Strom für die Beine. g. Capillarſyſtem des Unterkörpers. h. Venöſer Strom vom Oberkörper (obere Hohlvene). i. Venöſer Strom vom Unterkörper. k. Capillarſyſtem der Verdauungsorgane. l. Pfortader. m. Capillarſyſtem der Leber. n. Lebervenen. o. Untere Hohlvene. 'p. Rechte Aorta. p. Lungenarterien. q. Capillarſyſtem der Lungen. r. Lungenvene. s. Botalliſcher Gang (Ductus arteriosus Botalli). t. Aeſte der Nabelvene zur Pfortader. u. Gang von der Nabeloene zur Hohlvene (Ductus venosus Arantii). v. Nabeloene. w. Nabelarterien. x. Arterielle Gefäße des mütterlichen Uterus. y. Venöſe Gefäße des mütterlichen Uterus. z. Capillarſyſtem der Placenta.

Arantii). Das übrige Blut der Nabelvene vertheilt ſich theils durch beſondere Zweige, theils mit der Pfortader in die Leberſubſtanz, und ſämmtliches Blut der Leber kehrt durch Lebervenen in die untere Hohlvene zurück. Dieſe öffnet ſich mehr in die linke Vorhofshälfte, welche zugleich die Lungenvenen aufnimmt. Doch iſt die Oeffnung ſo gelegen, daß ſie auch theilweiſe in den rechten Vorhof ſchaut.

Bei dem reifen Fötus iſt alſo die Lungencirculation vorbereitet durch Vergrößerung der Lungenarterie, obgleich noch der größte Theil des Blutes aus dem rechten Vorhof in die Aorta durch den Botalliſchen Gang überſtrömt. Ebenſo iſt die Scheidung der Vorhöfe ſchon bedeutend vorgeſchritten. Mit der Geburt nun wird der Placentarkreislauf plötzlich abgeſchnitten. Die Nabelgefäße werden verſchloſſen; die Lungenarterien bedeutend erweitert und der Botalliſche Gang allmählich außer Kurs geſetzt, wie der todte Arm eines Flußbettes. Er ſchließt ſich nach und nach, und dann ſtrömt alles Blut aus der rechten Kammer in die Lungen und durch dieſelben zurück in den linken Vorhof. Die Mündung der unteren Hohlvene zieht ſich ganz in den rechten Vorhof, in welchen die obere Vene von Anfang an einſtrömte; das eirunde Loch ſchließt ſich, und damit iſt der Uebergang in die Circulationsform des Erwachſenen und ſomit auch die Scheidung beider Blutarten, des arteriellen und venöſen, vollendet. Zuweilen bleibt in Folge von Hemmungsbildungen entweder das Loch der Vorhofsſcheidewand, oder der Botalliſche Gang offen, beide Blutarten miſchen ſich, und die Folge dieſes

abnormen Verhältniſſes iſt unvollſtändige Oxydation des Blutes und bläuliche Färbung deſſelben, die durch die Haut ſchimmert. Dieſe blauſüchtigen Kinder leiden an allgemeinen Fehlern des Ernährungsprozeſſes, und wenn nicht die abnorme Communicationsöffnung ſich ſchließt, ſo ſind ſie meiſt einem frühen Tode verfallen.

Achtundzwanzigster Brief.

Allgemeine Ueberſicht.

Die Entwickelung der einzelnen Organe für ſich abgeſondert betrachtet, wie wir bisher thaten, liefert kein Geſammtbild der Erſcheinungen im werdenden Individuum. Wir werden deshalb nun in kurzen Umriſſen darzuſtellen ſuchen, wie einerſeits die Ausbildung der Form im Allgemeinen, anderſeits auch diejenige der Lebensäußerungen voranſchreite, indem ſich aus dieſen Verhältniſſen manche wichtige Folgerungen für die geſammte Phyſiologie ergeben.

Die Naturphiloſophie, welche das ganze Thierreich auf einen einzigen Typus zurückzuführen und die allmähliche Entwickelung des Organiſchen aus einem belebten formloſen Stoffe, dem ſogenannten Urſchleime, darzuthun ſuchte, hatte ſich auch nicht ohne Glück der mangelhaften Kenntniſſe, die man über die Entwickelung des Embryo's zur damaligen Zeit hatte, bedient, um daraus die Analogie der embryonalen Entwickelung mit derjenigen des Thierreiches im Allgemeinen nachzuweiſen. Die mehr oder minder kugelförmige Geſtalt niederer Thiere ließ eben die Kugel als den Uranfang alles Organiſchen anſehen. Aus ſeinem kugeligen Uranfange, dem Ei, ſollte der Embryo, der Anſicht der Naturphiloſophen zufolge, eine Stufenfolge von Metamorphoſen durchlaufen, welche den im Thierreiche bleibend dargeſtellten Typen parallel gingen. Man behauptete, der Embryo ſei zu gewiſſen Zeiten Qualle, Mollusk, Gliederthier, Fiſch und Amphibium, und ſuchte dieſe Behauptung freilich mehr durch allgemeine Phraſen, als durch ſpezielle Thatſachen zu erörtern. Wenn

Einzelne es wagten, in dieſe Vergleichung der ſpeziellen Verhältniſſe einzugehen, ſo fielen dieſe Verſuche unglücklich aus, wie denn z. B. eine Vergleichung des Baues der Mollusken und des Embryo's, die noch vor nicht ſehr langer Zeit von einem Mitgliede der franzöſiſchen Akademie verſucht wurde, in das Gebiet des Hochkomiſchen gehören würde, wenn ſie nicht mit dem bitteren Ernſte der eingebildeten Ueberzeugung vorgebracht wäre.

Das Thierreich bietet verſchiedene Organiſationstypen dar, die ſich nach beſonderen und eigenthümlichen Normen entwickeln. Einem ſolchen Organiſationstypus gehören die ſämmtlichen Wirbelthiere an. Alle Wirbelthiere ſind nach einem und demſelben gemeinſchaftlichen Plane gebaut, der indeß vielfache Abänderungen und ſpezielle Modifikationen erfährt. Im Bereiche eines jeden Organiſationstypus ſind aber diejenigen Anſichten, welche die Naturphiloſophie auf das geſammte Thierreich anwenden wollte, in gewiſſer Ausdehnung ganz richtig. Die Organe des Embryo durchlaufen in ihrer Entwickelung verſchiedene Stadien, welche in den niederen Thieren, die demſelben Organiſationstypus angehören, während des ganzen Lebens bleibend ſich erhalten. Die Aehnlichkeit, welche hierdurch zwiſchen den Embryonen und den niederen Thieren deſſelben Reiches hergeſtellt wird, erſtreckt ſich deshalb dennoch niemals auf völlige Gleichheit in der Anordnung ſämmtlicher Organe. Der allgemeine Organiſationsplan, welchem die Embryonen angehören, giebt ſich durch einzelne Züge kund, die zwar an vielen Orten auftreten, ſtets aber mit ſpeziellen Eigenthümlichkeiten verwebt ſind, in welchen ſich ſchon der ſpätere Bau des Embryo geltend macht. Durch dieſe ſpeziellen Eigenthümlichkeiten gerade giebt ſich aber der Embryo als werdender, nicht als fertiger Organismus zu erkennen. Es iſt deshalb Aufgabe des Forſchers in der Entwickelungsgeſchichte, die Züge, welche dem allgemeinen Organiſationsplan angehören, zu trennen von denjenigen, welche der ſpeziellen Eigenthümlichkeit ſich unterordnen. Es giebt Züge, welche allen Wirbelthierembryonen gemeinſchaftlich ſind und nur bei den Embryonen vorkommen, ohne je bei einem erwachſenen Thiere bleibend darge-

ſtellt zu ſein; — andere, die ſich bleibend erhalten können, bei den höheren Wirbelthieren aber verſchwinden; — noch andere endlich, welche nur nach dem Embryonalleben auftreten und ſich während dem Ablaufe des ſelbſtſtändigen Lebens ausbilden. Es würde zu weit führen, wollten wir hier nachweiſen, wie dieſe verſchiedenen Zeiten des Auftretens der einzelnen Charaktere im embryonalen Leben mit Glück benutzt werden können, um dieſe Charaktere ſelbſt ihrer relativen Wichtigkeit nach gruppiren zu können. Unſere Aufgabe wird zunächſt ſein, die verſchiedenen Punkte zu durchgehen, in welchen der Embryo des Menſchen und der höheren Säugethiere mit der Organiſation der niederen Wirbelthiere näher übereinſtimmt.

Bei ſeinem erſten Auftreten beſitzt der Embryo der Wirbelthiere einen platten Körper von Guitarrenform, in deſſen Längslinie eine hohle Rinne, die Primitivrinne, ſich befindet. So viel Embryonen man auch noch unterſucht hat, ſo hat man doch nie dieſe Primitivrinne fehlen ſehen, und ſtets bei allen Wirbelthieren ſie als das erſte differenzirte Organ kennen gelernt. Bei keinem Embryo wirbelloſer Thiere hat man etwas Aehnliches entdeckt, und es kann deshalb die Primitivrinne unbedingt als charakteriſtiſches Kennzeichen aller Wirbelthierembryonen ohne Ausnahme angeſehen werden. Die primitive Geſtalt des Gehirnes und Rückenmarkes, wie ſie ſich vor der Schließung der Primitivröhre zeigt, iſt bei keinem erwachſenen Thiere hergeſtellt, und erſt dann zeigen ſich Aehnlichkeiten, wenn die Ränder der Primitivrinne ſich zugewölbt haben und auch innerhalb des Nervenſyſtems einzelne Gewölbtheile entſtanden ſind. Man kennt freilich bis jetzt ein einziges Thier, bei welchem, wie es ſcheint, keine primitiven Hirnblaſen vorhanden ſind; wenigſtens ſieht man an dem erwachſenen Amphioxus nur ſehr unbedeutende Anſchwellungen des cylindriſchen Rückenmarkes, das nach vornen hin abgeſtumpft endigt, ohne ein Gehirn unterſcheiden zu laſſen. In den einzelnen Hirntheilen ſelbſt gewahrt man bei verſchiedenen Thieren die mannigfaltigſten Annäherungen zu dieſer oder jener bleibend ausgedrückten Hirnbildung; — ſo in der urſprünglichen Kleinheit

der Hemiſphären des großen Gehirns; in dem allmählichen Hinüberwachſen und Verdecken der Mittelhirnblaſe; in der urſprünglichen bedeutenden Aushöhlung dieſer letzteren, die nach und nach ſich mit feſterer Maſſe füllt; in dem urſprünglichen weiten Offenſtehen des Hinterhirns und der allmählichen Ueberwucherung desſelben durch das kleine Gehirn. Alle dieſe verſchiedenen Entwickelungsphaſen des Gehirns laſſen ſich bei einzelnen Thieren Schritt für Schritt nachweiſen, obgleich ſie nicht alle Hand in Hand gehen, ſondern je nach dem ſpeziellen Typus derſelben ſich hier ausbilden, dort aber zurückbleiben. So entwickelt ſich z. B. das kleine Gehirn bei den Fiſchen weit bedeutender, als bei den Amphibien, wo es auf einer durchaus embryonalen Stufe zurückbleibt und nur ein ſchmales bandartiges Brückchen darſtellt, während das große Gehirn bei den Amphibien weit ausgebildeter iſt, als bei den Fiſchen. So zeigt ſich alſo auch hier bei dem beſondern Organe, was für die embryonale Entwickelung im Allgemeinen galt, nämlich: daß für die Bildungsſtufen der einzelnen Theile die Analogieen gefunden werden können, nicht aber für das Organ, oder den Embryo im Ganzen.

Die Entwickelung des Skelettes liefert durchaus ähnliche Thatſachen, deren Vergleichung ſogar noch weit mehr in's Einzelne getrieben werden kann, als beim Nervenſyſtem. Die Chorda iſt eben ſo gut als die Primitivrinne ein allgemeiner Charakter aller Wirbelthierembryonen; ſie fehlt bei keinem, und bei dem ſchon erwähnten niedrigſten Fiſche bildet ſie ſogar das einzige vorhandene Stück des Skelettes. Bei dieſem Thier zeigt ſich keine Spur knorpeliger Umhüllungskapſeln für das Gehirn und Rückenmark, keine Spur von Ringen um die Chorda, keine Spur von allen jenen Skeletttheilen, welche den Kopf bilden. Wenn bei allen übrigen Wirbelthieren und bei allen Embryonen vor dem Ende der Chorda noch Bildungen ſich zeigen, die nicht weſentlich zu derſelben und ſomit zu dem Wirbelſyſteme gehören, wie die Schädelbalken, ſo iſt dieſes bei dem genannten Thiere nicht der Fall, und ſeine Chorda endigt unmittelbar an dem vorderen Körperende. Die Entwickelungsgeſchichte dieſes merkwür-

digen Thieres würde mehr Aufklärungen für die Wiſſenſchaft bieten, als ein Halbdutzend Reiſen um die Welt auf ſchnellſegelnden Schiffen! Leider aber iſt es der Fluch der Regierungen, daß ſie die Bedürfniſſe der Wiſſenſchaft nicht kennen und ihre Hülfsmittel da verwenden, wo ſie am wenigſten Früchte bringen. Durch die zahlreichen Unterſuchungen über das Skelett, welche hauptſächlich ſeit dem Beginne dieſes Jahrhunderts gemacht wurden, können wir bei verſchiedenen Thieren alle Entwickelungsphaſen deſſelben, wie wir ſie bei dem Embryo ſehen, bis auf einen gewiſſen Grad nachweiſen. Wir haben Thiere mit perſiſtirender Chorda und verknöcherten Wirbelfortſätzen, mit ringförmigen Wirbelkörpern, mit embryonaler Schädelbaſis, mit knorpelig ungetheilter Gehirnkapſel, mit primitiven Kiemenbogen, mit loſen Deckplatten; — kurz wir beſitzen unter den Thieren alle möglichen Modifikationen des Skelettes in's Unglaubliche variirt. Es würde zu weit führen, dieſe Thatſachen hier zu wiederholen, zumal da wir bei der Entwickelung des Skelettes ſchon hie und da auf dieſelben hingewieſen haben.

Der primitive Zuſtand des Darmſyſtems zeigt ſich bei keinem Wirbelthiere ausgebildet, und bei allen ohne Ausnahme iſt der Darm eine Röhre, die oben und unten in Mund und After geöffnet iſt. Allein gerade im Verhalten des Mundes und der Kiemenbogen laſſen ſich faſt alle embryonalen Verhältniſſe wieder finden, ſobald man die niederſten Wirbelthiere in's Auge faßt. Bei vielen derſelben bleiben die Kiefer durchaus auf dem Punkte der Kiemenbogen ſtehen, und die verſchiedenen Metamorphoſen dieſer letzteren kann man gleichfalls Schritt für Schritt bei den Thieren nachweiſen. Ein Gleiches gilt von dem Gefäßſyſtem. Alle ſucceſſiven Conſtructionen des Herzens von dem einfachen Schlauche bis zu dem viergetheilten Organe, alle dieſe verſchiedenen Formen des Centralorgans, alle Veränderungen im Kreislaufe innerhalb des Embryo ſelbſt, finden ſich bei verſchiedenen Thieren verwirklicht, und bilden ſo eine Art Controle für die bei dem Embryo beobachteten Verhältniſſe. Die vergleichende Anatomie iſt deshalb, mit Vorſicht angewendet, eines der wich-

tigsten Hülfsmittel für die Entwickelungsgeschichte in formeller Hinsicht.

Ueberall in dem Körper sind Funktionen und Organe wechselseitig an einander gebunden und keines ohne das andere denkbar. Die Funktion eines jeden Organes hängt von der speziellen Construktion desselben ab; — sobald diese Struktur abweicht, wird auch die Funktion eine abweichende. Es ist deshalb ganz natürlich, daß mit der Entwickelung der Organe in dem Embryo auch diejenige der Funktionen Hand in Hand geht und sich allmählich in dem Verhältnisse ausbildet, als die Organe selbst die ihnen zukommende Textur und Mischung erhalten. So wie die Ernährung des Fötus allmählich aus der gemeinsamen Zellenvegetation an das Blut übergeht und je nach den verschiedenen Gewebtheilen sich differenzirt, so erhebt sich die Funktion eines jeden Organes aus der ursprünglich allgemeinen Verschmelzung zu stets höher anwachsender Differenzirung, und die speziellen Funktionen erscheinen erst, wenn auch die speziellen Gewebtheile sich für dieselben herangebildet haben. Für die sämmtlichen Organe des Körpers hat darüber, mit Ausnahme eines einzigen, nie ein Zweifel geherrscht. Es ist nie Jemanden eingefallen, behaupten zu wollen, daß die Absonderungsfähigkeit getrennt von der Drüse, die Zusammenziehungsfähigkeit getrennt von der Muskelfaser existiren könne. Es ist nie Jemanden eingefallen, zu behaupten, daß die Muskeln, die Drüsen, sämmtliche andere Organe erst angelegt und ausgebaut würden, und daß dann zu einer bestimmten Zeit die Funktion in dieselben hineinfahre und dort sich festsetze, um ferner mit diesen Organen als ihren Instrumenten zu wirthschaften. Die Absurdität einer solchen Idee ist so auffallend, daß man nicht einmal den Muth hatte, bei den genannten Organen an dieselben zu denken.

Was man aber bei den erwähnten Organen als unbedingt absurd zurückweisen mußte, das fand man in Folge philosophischer und theologischer Spekulationen bei dem Gehirne ganz begreiflich. Man fand und findet es noch vollkommen natürlich,

das Gehirn als ein Instrument zu betrachten, dessen sich die Seele bediene, um damit die ihr zukommenden Aeußerungen zu bewerkstelligen. Je nachdem dieses Werkzeug mehr oder minder vollkommen war, konnte auch die Seele gleichsam auf demselben mehr oder minder vollkommene Stücke spielen. Damit war die Verschiedenheit erklärt, die in den Seelenthätigkeiten des Einzelnen herrscht. Mit dem Festhalten dieser Ansicht hatte man das gewonnen, daß man eben den Inbegriff jener Gehirnfunktionen, den man Seele nannte, als etwas Immaterielles, individuell für sich Bestehendes von dem Instrumente loslöste und damit auch dessen Fortbestehen nach der Vernichtung des Instrumentes behaupten konnte. Während man also bei allen übrigen Organen die Funktion in der Art betrachtete, daß man sie als eine Eigenschaft der das Organ in bestimmter Form zusammensetzenden Materie begriff, machte man für das Gehirn eine Ausnahme, und betrachtete die Seele als eine getrennte Individualität, der man Unsterblichkeit und eine Menge anderer, überhaupt unmöglicher Eigenschaften beilegte.

In Folge dieser wunderlichen Vorstellungsweise führte man die sonderbarsten Streitigkeiten über den Zeitpunkt, in welchem die Seele in den Körper des Embryo gefahren sei. Die Einen glaubten, diesen Moment dann setzen zu müssen, wenn die ersten Bewegungen des Fötus sich zeigten. Die Seele sollte ihre hohe Ankunft durch Zuckungen der Arme und Beine dem mütterlichen Organismus anzeigen und ihn dadurch zur ferneren Gewährung des Gastrechtes auffordern. Viele behaupteten, man könne sich nicht recht vorstellen, wie die Seele durch die geschlossenen Hüllen, durch das den Embryo umgebende Wasser hindurch gelangen könne, und setzten daher den Zeitpunkt des Eintrittes der Seele in den ersten Athemzug, durch welchen gleichsam das in der Luft schwebende immaterielle Wesen in den Körper des Embryo eindringen sollte. Noch andere endlich ließen die Seele durch den Samen in das Ei gelangen und dort bis zur Geburt in latentem Zustande bleiben.

Aus dieſen verſchiedenen Anſichten entſprangen denn auch eigenthümliche Anwendungen, beſonders in Hinſicht auf die criminelle Geſetzgebung. Wenn die Seele es war, die das eigentlich Menſchliche oder Göttliche im Menſchen darſtellte, der Leib hingegen das vergängliche Inſtrument derſelben, ſo konnte ein Verbrechen gegen das Individuum erſt dann von Wichtigkeit werden, wenn die Seele wirklich in demſelben ſich befand. Die Vernichtung der Frucht nach dem Zeitpunkte des Eintrittes der Seele mußte deshalb ein weit ſtrafbareres Verbrechen werden, als diejenige des unbeſeelten Fötus, und die Geſetzgebung ſich demzufolge nach den Spekulationen der Philoſophen und Theologen richten. Man unterſchied deshalb zwiſchen Abtreibung der Frucht und zwiſchen Kindesmord, und ſetzte den Zeitpunkt der Scheidung zwiſchen beiden Verbrechen je nach den verſchiedenen Anſichten auch verſchieden an.

Es war aber hauptſächlich die Theologie, die von jeher in allen Naturwiſſenſchaften ihr den Fortſchritt hemmendes Wort mitſprechen wollte, welche dieſe Vorſtellungen in die Entwickelungsgeſchichte hineinpflanzte und darin feſtzuhalten ſuchte. Die Seele war ihr ja zum Wirkungskreiſe angewieſen, ſie mußte für dieſelbe ſorgen, nicht nur ſo lange ſie in dem Körper weilte, ſondern auch nachdem ſie ihren irdiſchen Wohnſitz verlaſſen hatte, und um das Objekt ihres Daſeins nicht aus den Händen entſchlüpfen zu ſehen, mußte die Theologie um jeden Preis die Exiſtenz einer von dem Körper getrennten, immateriellen und nach dem Körpertode fortdauernden Seele behaupten.

Es bedarf wohl für den Leſer keiner ſpezielleren Darlegungen mehr, um ihm zu zeigen, in welcher Weiſe eine geſunde Phyſiologie die Frage auffaßt. Es giebt hier nur zwei Wege, die Sache anzuſehen. Entweder iſt die Funktion eines jeden Gewebtheils, eines jeden Organes, ein ſpezielles, immaterielles Weſen, das ſich dieſes Gewebtheiles oder Organes nur als Inſtrument bedient; oder aber die Funktion iſt eine Eigenſchaft der Materie, welche in beſtimmter Form und Miſchung vorhanden iſt. In dem letzteren Falle ſind aber auch die Seelenthätigkeiten

nur Funktionen der Gehirnſubſtanz, entwickeln ſich mit dieſer und gehen mit derſelben wieder zu Grunde. Die Seele fährt alſo nicht in den Fötus, wie der böſe Geiſt in den Beſeſſenen, ſondern ſie iſt ein Produkt der Entwickelung des Gehirnes, ſo gut als die Muskelthätigkeit ein Produkt der Muskelentwickelung, die Abſonderung ein Produkt der Drüſenentwickelung iſt. Sobald die Subſtanzen, welche das Gehirn bilden, wieder in derſelben Form zuſammengewürfelt werden, werden auch dieſelben Funktionen wieder auftreten, welche ihnen in dieſen Formen und Zuſammenſetzungen zukommen, und es wird damit auch das wieder gegeben ſein, was man eine Seele nennt.

Die Phyſiologie bricht demnach den Stab über dieſe Träumereien, die in das wirkliche Leben nur zu ſehr eingriffen. Die Phyſiologie kennt nur Funktionen der materiellen Organe, und ſieht dieſe ſchwinden, ſobald das Organ vernichtet wird. Wir haben in den Briefen über die Funktionen des Nervenſyſtemes geſehen, daß wir die Geiſtesthätigkeiten zerſtören können, indem wir das Gehirn verletzen. Wir können uns eben ſo leicht aus der Beobachtung der embryonalen Entwickelung und aus derjenigen des Kindes überzeugen, daß die Seelenthätigkeiten ſich in dem Maße entwickeln, als das Gehirn ſeine allmähliche Ausbildung erlangt. Man kennt keine Aeußerungen von Seelenthätigkeiten bei dem Fötus, wohl aber von denjenigen Funktionen, welche hauptſächlich dem Hirnſtamme angehören, wie Reflexionsbewegungen und ähnliche Aeußerungen des Nerveneinfluſſes. Erſt nach der Geburt entwickeln ſich die Seelenthätigkeiten; — aber nach der Geburt auch erſt bekommt das Gehirn allmählich diejenige materielle Ausbildung, welche es überhaupt erlangen kann. Mit dem Umlaufe des Lebens erhalten auch die Seelenthätigkeiten eine beſtimmte Veränderung, und hören ganz auf mit dem Tode des Organes.

Die Phyſiologie erklärt ſich demnach beſtimmt und kategoriſch gegen eine individuelle Unſterblichkeit, wie überhaupt gegen alle Vorſtellungen, welche ſich an diejenige der ſpeziellen Exiſtenz einer Seele anſchließen. Sie iſt nicht nur vollkommen berechtigt,

bei dieſen Fragen ein Wort mitzuſprechen, ſondern es iſt ihr ſogar der Vorwurf zu machen, daß ſie nicht früher ihre Stimme erhob, um den einzig richtigen Weg anzuzeigen, auf welchem dieſelben überhaupt gelöſt werden können. Man hat behauptet, die Phyſiologie gehe zu weit, wenn ſie ſich mit mehr als dem materiellen Subſtrate beſchäftige; — ſie will aber gerade die Funktionen dieſes Subſtrates kennen lernen, und was ſie als ſolche Funktionen erkennt, muß ſie in das Reich ihrer Betrachtungen ziehen.

Man hat ſich aus dem, wie man ſagt, troſtloſen Materialismus der phyſiologiſchen Betrachtungsweiſe auf die Art zu retten geſucht, daß man ſagte, nicht die ſpeziellen Funktionen ſeien unſterblich, ſondern die Idee, welche der Entwickelung derſelben zu Grunde liege. Die Grundurſache, welche die Bildung der Organe und deren Funktion entſtehen laſſe, ſei unvergänglich, und ſomit auch die Funktion an dieſer Unſterblichkeit ihrer Urſache theilhabend. Ich muß geſtehen, daß mir dieſes Räſonnement nicht klar werden will. Die Materie iſt das einzig Unvergängliche, was wir kennen. Mit dieſem Grundſatze ſtehen die Naturwiſſenſchaften freilich der Theologie ſchroff gegenüber, die da lehrt, nichts ſei vergänglicher als die Materie, und die nur auf das Holz weist, welches im Ofen verbrennt, oder auf den Leichnam, der in der Erde verfault. Allein der Kohlenſtoff, der in dem Holze war, iſt unvergänglich, er iſt ewig, und eben ſo unzerſtörbar als der Waſſerſtoff und der Sauerſtoff, mit welchen er verbunden in dem Holze beſtand. Dieſe Verbindung und die Form, in welcher ſie auftrat, iſt zerſtörbar, die Materie hingegen niemals. Die Materie aber hat eine beſtimmte Summe von Kräften, von Funktionen, wenn man will, die ihr als Eigenſchaft angehören und die von ihr urſprünglich untrennbar ſind. Mit den verſchiedenen Verhältniſſen, in welchen die Stoffe zuſammentreten, mit den Formen, die ſie annehmen, differenziren ſich auch die Funktionen der Materie in beſtimmten Richtungen, und dieſe Richtungen ſind es, die wir als einzelne Kräfte, als Geſetze dieſer Kräfte, unterſcheiden und kennen lernen. Wenn

man daher behauptet, die unſern Körper zuſammenſetzenden Stoffe ſeien unvergänglich, ſo iſt dies vollkommen richtig, und wenn man daraus den Schluß zieht, daß auch die Funktionen dieſer Materie unvergänglich ſeien, ſo iſt das ebenfalls eine ſichere Wahrheit. Allein die aus der Form und Zuſammenſtellung der einzelnen Organe hervorgehenden Funktionen ſind vergänglich wie dieſe und entſtehen erſt wieder, wenn dieſelbe Form und Zuſammenſtellung des Stoffes ſich aufs Neue zuſammenfindet.

Die verſchiedenen Erſcheinungen, welche die embryonale Entwickelung darbietet, auf eine leitende Grundidee zurückzuführen, welche dieſelben bewußt oder unbewußt dem Endziele entgegenführt, iſt deshalb eben ſo unthunlich, als eine iſolirte Seele anzunehmen, welche die Lebensäußerungen des Körpers leitet. Das Ei, ſo wie es einmal gegeben iſt, kann ſich nur ſo entwickeln, wie es eben in der Struktur und Miſchung ſeiner bildenden Beſtandtheile begründet iſt. Sobald man dieſe materielle Zuſammenſetzung des Eies ändert, ändert man auch nothwendiger Weiſe ſeine endliche Ausbildung. Man hat künſtliche Mißgeburten erzeugt, indem man dem Ei oder dem werdenden Embryo verſchiedene Verletzungen beibrachte, ohne daß die leitende Grundidee dieſer gezwungenen Abweichung ihres Planes hätte widerſtehen können. Man veränderte alſo mit der materiellen Zuſammenſetzung auch die Idee ſelbſt und hatte dieſe gewiſſermaßen in ſeiner Gewalt. Die Embryologen haben bis jetzt zu wenig ſich mit dieſen Fragen beſchäftigt, deren Wichtigkeit nicht bedeutend genug ſchien gegenüber den Unterſuchungen, welche die materiellen Umwandlungen des Embryo's erheiſchten. Sie trugen unbemerkt verſchiedene mediciniſche Ideeen in die Entwickelungsgeſchichte über, und ſprachen von einer Grundidee, nach welcher ſich der Embryo entwickele, ſo wie der Arzt von einer Heilkraft der Natur oder der Lebenskraft ſprach, welche ſich planmäßig dem Eindringen der Krankheit widerſetzen ſollte. Allein ſo wie man heutzutage nachgerade eine Lebenskraft lächerlich findet, die ſich gegen eine Erkältung mit Schweiß, Schleim, Bodenſatz im Urin und Durchlauf wehrt, ſo wird man auch in

kurzer Zeit eine Grundidee der embryonalen Entwickelung lächerlich finden, die sich gegen äußere Eingriffe durch Ausbildung von Mißgeburten aller Art zu vertheidigen sucht.

Es bedarf nur noch weniger Andeutungen, um die Geschichte des Embryo als Ganzes darzustellen und zu zeigen, wie die einzelnen Organe in ihrer Entwickelung sich coordiniren, und wie auf der andern Seite die Frucht während ihrer Ausbildung sich dem mütterlichen Organismus gegenüber verhält. Man kann hier je nach Belieben willkürliche Abschnitte machen, indem man diesen oder jenen Zeitpunkt als besonders maßgebend betrachtet. Die Schwangerschaft dauert bekanntlich im Ganzen zehn Mondsmonate oder vierzig Wochen. Die Schwankungen, welche man in dieser normalen Zeitdauer der Schwangerschaft beobachtet, beruhen hauptsächlich auf der Ungewißheit über den Termin, von welchem aus man den Beginn der Schwangerschaft zählen muß; in dieser Hinsicht ist es am gerathensten, von der letzten Menstruation an als derjenigen Epoche zu zählen, wo das Ei sich von dem Eierstocke loslöste und befruchtet wurde.

Den ersten Zeitraum in der Entwickelung des menschlichen Embryo's kann man etwa bis zu dem Ende der fünften Woche setzen. Bis zu dem Ende dieser Epoche, wo der Embryo etwa drei Linien lang ist, haben sich schon die wesentlichsten Organe desselben differenzirt. Das Chorion bildet eine ringsum zottige Haut, die indessen noch nirgends an den Wänden der Gebärmutter fixirt ist. Der Embryo selbst hat sich aber beinahe vollständig in der Mittellinie bis auf den spaltförmigen Nabel geschlossen. An seinem hinteren Ende tritt die Allantois; — in der Mitte des Bauches, aus der Umbeugungsstelle des Darmes, der fast gerade gestreckt ist, die Nabelblase hervor. Die Schafhaut ist eben gebildet und stellt noch einen engen, den Embryo knapp umschließenden Sack dar. Die Hirnblasen sind geschlossen, die Hemisphären des großen Gehirnes schon bedeutend hervorgewuchert und in den Augen schwarzes Pigment abgelagert. Die

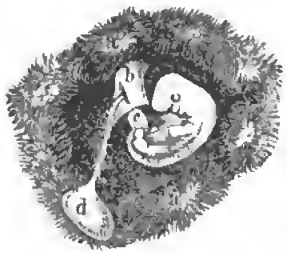


Fig. 53. Ein menſchliches Ei etwa aus der fünften Woche der Schwangerſchaft. Das Amnios iſt abgeſchnitten; das Chorion dagegen mit ſeinen Zotten und das Nabelbläschen nebſt dem Embryo wohl erhalten.

a. Chorion. b. Amnios, den Nabelſtrang c. umhüllend. d. Nabelbläschen mit langem Stiele.

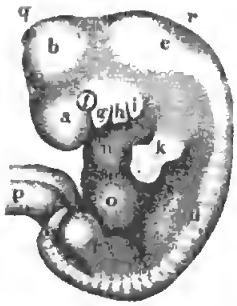


Fig. 54. Der Embryo dieſes Eies ſtärker vergrößert. a. Vorderhirn. b. Mittelhirn. c. Hinterhirn. d. Wirbelſäule. e. Schwanz, anfangs ſtark entwickelt, ſpäter ſchwindend. f. Auge. g. Oberkiefer. h. Erſter Kiemenbogen. i. Zweiter Kiemenbogen. k. Arm. l. Bein. n. Herz, in den Bruſtdecken eingeſchloſſen. o. Bauch, hauptſächlich von der Leber ausgefüllt. p. Nabelſtrang. q. Kopfbeuge. r. Nackenbeuge.

Kiemenbogen ſind eben im Begriffe, ſich wieder vollſtändig zu ſchließen; — ſie werden nur noch durch ſeitliche Falten am Halſe angedeutet. Die Gliedmaßen zeigen ſich in Form ſchaufelartiger Floßen ohne Theilungen; der Rumpf endet ſchwanzförmig. Von feſteren Theilen des Skelettes ſieht man nur die Chorda und die Wirbelplatten. Herz und Leber ſind verhältnißmäßig ſehr groß, die Wolffiſchen Körper beginnen ſchon ſich zurückzubilden; Lungen, Nieren und Zeugungsorgane ſind eben angelegt.

In dem zweiten Zeitraume, der bis zu dem Ende des dritten Mondsmonates oder der zwölften Woche geht, entwickelt ſich hauptſächlich die Verbindung des Embryo mit dem Fruchthalter durch die Placenta. Der Embryo ſelbſt vergrößert ſich bedeutend, während ſeine inneren Organe eine zunehmende Entwickelung zeigen. Die Beugungsſtellen des Schädels haben ſich allmählich ausgeglichen und der Kopf ſelbſt hat eine kugelige Geſtalt erhalten, indem er beſtimmt von dem Halſe abgeſchnürt iſt. Die knorpeligen Grundlagen aller Schädelknochen ſind angelegt, und hie und da zeigt ſich ſogar ſchon Verknöcherung einzelner Punkte. Die Scheidung der Mund- und Naſenhöhle iſt durch das Verwachſen des Gaumendaches vollendet; die Augenlider fertig ge-

bildet und mit einander verklebt; die Lippen eben so zu Schließung des Mundes geeignet; sämmtliche Organe der Brust- und Unterleibshöhle in ihrer relativen Lage vorhanden; — doch ist der Magen noch kurz, senkrecht gestellt und kaum von dem Darme geschieden, die Nieren lappig. Die Hoden oder Eierstöcke liegen dicht unter den Nieren; die äußeren Zeugungsorgane sehen einander außerordentlich ähnlich, so daß beide Geschlechter schwer von Außen zu unterscheiden sind. Die Gliedmaßen sind vollständig entwickelt, aber verhältnißmäßig noch klein, und in ihren Proportionen abweichend von denen des Erwachsenen, indem die Endglieder verhältnißmäßig weit größer sind, als die Mittelglieder. Die Placenta ist vollständig entwickelt, das Chorion flockenlos.

Die ganze Zeit bis zum Ende des dritten Mondsmonats und bis zur vollständigen Ausbildung der Verbindung zwischen Mutter und Frucht kann man als den ersten Zeitraum der Schwangerschaft bezeichnen. Während dieser Zeit sind die äußeren Zeichen der Schwangerschaft selbst noch sehr trügerisch, ungewiß, und können leicht mit andern krankhaften Zuständen verwechselt werden. Der Congestionszustand in den Geschlechtstheilen, welcher durch die Einsaat des Eies bedingt ist, giebt sich durch mancherlei Zufälle, besonders nervöser Art, zu erkennen, namentlich durch Reizung des Magens, Ekel und Erbrechen, das oft die größte Hartnäckigkeit besitzt und keinem Mittel weichen will. Dazu gesellen sich sehr häufig hysterische Zufälle aller Art, wie denn die Gelüste der Schwangeren von jeher manchen Stoff zu Satyre geboten haben. Sobald einmal die Verbindung zwischen Mutter und Frucht vollständig in der Placenta hergestellt ist, verschwinden diese krankhaften Erscheinungen allmählich wieder, so daß sich die Schwangere in den späteren Zeiten wohler befindet, als im Anfange.

Der dritte Zeitraum der Embryonalbildung kann etwa bis zu dem sechsten Monate gesetzt werden; — indem um diese Zeit herum der Embryo schon fähig wird, außerhalb des mütterlichen Organismus sein Leben fortzusetzen. Es versteht sich

von ſelbſt, daß dann die ſämmtlichen Organe ſo weit entwickelt ſind, daß der Lungenkreislauf eingeleitet, die Ernährung durch den Darm bewerkſtelligt werden kann und die Drüſen befähigt ſind, ihren Funktionen vorzuſtehen. Die äußere Haut, die früher ſchleimig und weich war, wird feſter und bedeckt ſich faſt überall mit eigenthümlichen Wollhaaren, welche ſpäter wieder ſchwinden. Die Nägel beginnen hornig zu werden, obgleich ihre Conſiſtenz kaum bedeutender iſt, als die der übrigen Haut; dieſe letztere liegt überall dem Körper nur ſchlapp an, ſo daß ſie Falten und Runzeln bildet, welche beſonders dem Geſichte ein greiſenartiges altes Ausſehen geben, was ſpäter durch Anſammlung von Fett unter der Haut wieder ſchwindet. Bei kranken, ſchlecht genährten Embryonen aber bleibt dieſes ältliche Ausſehen und kann ſtets als ein ſicheres Zeichen von Unreife oder krankhafter Conſtitution des Kindes angeſehen werden.

Während dieſer Zeit, in welcher der Embryo etwa fünfzehn Zoll lang und gegen zwei Pfund ſchwer wurde, entwickeln ſich bei der Mutter beſonders die eigenthümlichen äußeren Zeichen der Schwangerſchaft durch allmähliches Hervordrängen der ausgedehnten Gebärmutter über den Raum des kleinen Beckens, ſo wie durch ſpecifiſche Veränderungen des Muttermundes. Der Leib wölbt ſich in dieſer Zeit mehr und mehr hervor, und die Eingeweide werden durch die Ausdehnung der Gebärmutter nach oben und hinten zuſammengeſchoben.

In dem letzten Zeitraume der Schwangerſchaft iſt es hauptſächlich die Vermehrung der Maſſe des Embryo, ohne bedeutende Aenderungen in der Struktur der Organe, ſo wie die allmähliche Vorbereitung der Trennung, auf welche die Richtung der bildenden Thätigkeit hingelenkt wird. Ein vollkommen reifes Kind iſt ſechs bis ſieben Pfund ſchwer, achtzehn bis zwanzig Zoll lang, und liegt in gekrümmter Stellung in der Gebärmutter, mit dem Kopfe nach unten und dem Steiße nach oben. Der Kopf iſt gegen die Bruſt hin eingebogen, die Arme über einander geſchlagen, die Füße gegen den Leib gezogen; — kurz die ganze Lage gleicht derjenigen eines Igels, der ſich zuſammen-

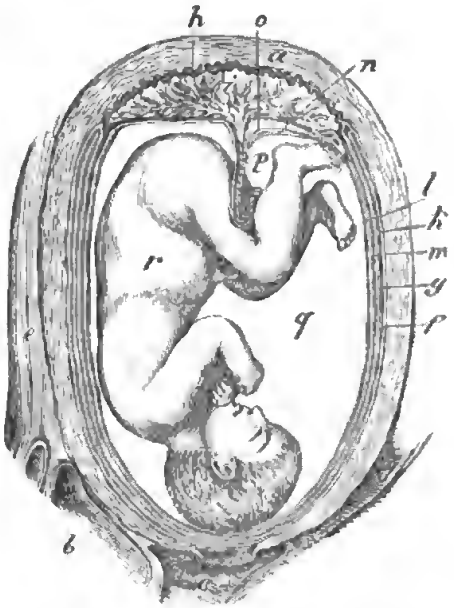


Fig. 54. Der ausgebildete Fötus in natürlicher Lage im Uterus. a. Muskelwand des Uterus. b. Harnblase. c. Scheide. d. Hinterer Beckenraum. e. Bauchwand. f. g. k. l. m. Die an die Gebärmutterwand angedrückten Eihäute. h. Die Placenta. i. Gefäße der Placenta. n. o. Die Schafhaut. p. Der Nabelstrang. q. Raum des Schafwassers. r. Embryo.

rollt. Die Nägel eines solchen Kindes sind fest und hornig, das Kinn angedeutet, die Knochen des Kopfes alle gebildet, wenn auch nicht vollständig mit einander verbunden. Aus diesem Grunde zeigen sich an dem Schädel zwei bedeutendere Lücken, die ihrer abweichenden Gestalt und Größe wegen für den Geburtshelfer die wesentlichsten Hülfsmittel zur Erkennung der Lage des Kindes bilden. Die vordere dieser Lücken oder die große Fontanelle hat eine rhomboidale Gestalt und liegt an der Stelle, wo die beiden Stirnbeine und die beiden Scheitelbeine mit einander zusammentreffen, mithin auf der Höhe der Stirn etwas hinter dem Beginne der Kopfhaare; — die kleine Fontanelle, die dreieckig ist, liegt ebenfalls in der Mittellinie an dem Punkte, wo die beiden Scheitelbeine und die Schuppe des Hinterhauptbeines mit einander zusammenstoßen.

Durch die Geburt wird der Embryo von dem mütterlichen Organismus ausgestoßen und zu selbstständigem Leben angewiesen.

Es ist unsere Absicht nicht, auf den Mechanismus dieses Aktes hier näher einzugehen. Man bemerkt meistens Vorbereitungen zu der Geburt durch anhaltende Spannung und schießende Schmerzen in der Gebärmutter, so wie durch allmähliche Erweiterung ihrer Oeffnung. Nachdem dieses einige Zeit lang gedauert hat, so beginnen wirkliche Zusammenziehungen der Gebärmutter, die anfangs in längeren, dann in kürzeren Zeiträumen periodisch wiederkehren. Durch diese wiederkehrenden Wehen wird das Ei gegen die Mündung der Gebärmutter gedrängt, und die in den Häuten angesammelte Flüssigkeit nach vorn gegen die Oeffnung hin getrieben. So bilden denn die Eihäute eine prall gespannte Blase in der Oeffnung der Gebärmutter, die endlich platzt und das Fruchtwasser entströmen läßt. Unter fortdauernder Zunahme der Wehen wird dann allmählich der Embryo, mit dem Kopfe voran, das Gesicht nach hinten gerichtet, durch den Beckenausgang und die äußeren Geschlechtstheile gleichsam hindurchgedreht. Bei diesem Akt bildet natürlich der dicke Kopf das wesentlichste Hinderniß. Da indeß die Knochen desselben noch nicht vollständig mit einander verbunden sind, so schieben sich dieselben über einander und vermindern dadurch den Durchmesser des Kopfes. Der Körper des Kindes folgt leicht nach, sobald der Kopf einmal durchgegangen ist, und nach seiner vollständigen Ausstoßung erfolgt eine mehr oder minder lange Ruhe, nach welcher dann erneuerte Zusammenziehungen die losgelöste Placenta ebenfalls austreiben. Sobald dies geschehen ist, zieht sich die Gebärmutter nach und nach während des Wochenbettes auf ihren früheren Umfang zurück.

Der Embryo selbst beginnt mit dem ersten Athemzuge sein selbstständiges Leben. Durch die Erfüllung der Lungen mit Luft und durch die Loslösung der Placenta von der Gebärmutter ist dem Kreislaufe eine andere Richtung gegeben worden, die Aufnahme von Stoffen aus dem Blute der Mutter kann nicht mehr Statt finden, und somit ist denn auch das Bedürfniß nach selbstständiger Ernährung da, welche im Anfange freilich noch durch eine eigenthümliche Sekretion der Mutter, durch die Milch, vermittelt wird.

Neunundzwanzigster Brief.

Elterlicher Einfluß. Mißbildungen.

Die materielle Bedingung der Zeugung, welche durch den Eintritt eines Samenthierchens in das Ei gegeben zu sein scheint, dürfte eine ihrer wesentlichsten Grundlagen in der längst gemachten und stets wiederholten Beobachtung finden, daß bei der erzeugten Nachkommenschaft nicht nur Eigenthümlichkeiten der Mutter, sondern auch solche des Vaters sich forterben. So lange man bei der Ansicht stehen bleiben mußte, daß der männliche Same nur eine Contaktwirkung, eine Art Gährung in dem Ei erzeuge, in Folge deren die eigenthümliche Gruppirung der Elemente zum Embryo einträte, so lange war auch in der Vererbung der väterlichen Eigenthümlichkeiten ein Räthsel hingestellt, das in keiner Weise zu lösen war. Jetzt aber, wo die Beobachtung, wie es scheint, nachgewiesen hat, daß der Embryo das Produkt zweier materiell sich verschmelzender Faktoren : des väterlichen Samenthierchens und des mütterlichen Eies, ist, jetzt kann es auch nicht mehr wunderbar erscheinen, daß in der That materielle Eigenthümlichkeiten von beiden Zeugenden auf das Erzeugte übergehen.

Schon die Familienähnlichkeit liefert hiefür einen Beweis, und wenn auch dieselbe vielfach betrogenen Ehemännern gegenüber mißbraucht worden ist, so läßt sie sich doch nicht durchaus wegläugnen, und beurkundet sich oft auffallend durch die Aehnlichkeiten, welche Kinder einer und derselben Familie trotz der Verschiedenheit ihrer Gesichtszüge namentlich den Fremden erkennen lassen. Diese allgemeine Aehnlichkeit fällt besonders dann auf, wenn man mit fremden Völkerstämmen zusammenkommt,

deren einzelne Glieder uns alle über denſelben Leiſt geſchlagen erſcheinen. Man erinnert ſich in Deutſchland noch ſehr wohl des Eindruckes, den die ruſſiſchen Horden bei ihrem Erſcheinen im Befreiungskriege machten. Man konnte die Kalmuken, die Baſchkiren durchaus nicht von einander unterſcheiden, da eben nur die allgemeine Uebereinſtimmung ihrer Züge frappirte und die individuelle Abweichung dem überraſchten Auge entging. Ich ſelbſt bin hundertmal mit meinem Bruder verwechſelt worden und habe bei dem beſten Willen auch keinen einzigen Zug finden können, worin ich ihm etwa ähnlich ſehe; eben ſo oft haben mich Leute auf den erſten Blick erkannt, welche nur meinen Vater oder meine Mutter geſehen hatten.

Dieſe Familienähnlichkeit ſpricht ſich nicht nur in dem Geſichte, ſondern auch in allen anderen Theilen des Körpers, namentlich aber an Händen und Füßen, oft noch überraſchender aus, weil dieſe Theile weniger durch Fettanſatz oder durch pſychiſche Einflüſſe verändert werden. Seit früher Jugend bin ich auf dieſen Punkt aufmerkſam geworden durch eine Debatte, welche in meiner Gegenwart darüber geführt wurde, ob ich mehr dem Vater oder der Mutter ähnlich ſei, oder, wie man ſich ausdrückte, ob ich ein Vogt oder ein Follenius ſei. Die Gründe waren auf beiden Seiten gleich ſtark. Endlich aber entſchied eine meiner Tanten kategoriſch mit dem Ausrufe: „Seht nur ſeine Hand an, das iſt die Vogtiſche Hand,“ und in ihrem Familienſtolze fügte ſie hinzu: „So eine Hand mit ſolchen Entenſchwanzfingern kann gar kein anderer Menſch haben!“

Wenn dieſe Beobachtungen richtig ſind, was wohl keinem Zweifel unterliegen kann, ſo iſt auch der Schluß gerechtfertigt: daß die inneren Theile in ähnlicher Weiſe den Stempel der Familienähnlichkeit tragen; daß gewiſſe kleine Formeigenthümlichkeiten in allen Organen ſich finden, die uns nur deshalb entgehen, weil wir die verbindenden Glieder, welche dieſelbe Eigenthümlichkeit zeigen, nicht ſo täglich vor Augen haben, wie dies bei äußeren Theilen der Fall iſt. Es geht uns in allen Dingen, wie bei den oben citirten Baſchkiren. Wir ſuchen zuerſt die

Aehnlichkeiten, und nur bei längerem und wiederholtem Nachforschen treten die Verschiedenheiten unserer Kritik entgegen. So darf es denn auch nicht verwundern, wenn es den Anatomen noch nicht gelungen ist, Familienähnlichkeiten in der Gestalt von Lunge, Leber, Herz u. s. w. nachzuweisen, deren Vorhandensein doch eben so wahrscheinlich ist, als bei Gesicht und Händen, und auch durch die Erblichkeit der Krankheitsanlagen wahrscheinlich gemacht wird. Bei einem Organe indessen gelingt uns diese Nachweisung leicht durch die nach Außen tretende Funktion: ich meine das Gehirn. Wenn man auch sagt, daß geistreiche Männer gewöhnlich dumme Söhne zeugen, so findet man doch bei genauerer Nachforschung stets die Grundlagen der väterlichen und mütterlichen geistigen Eigenschaften in dem Kinde wieder, obgleich sie hier oft in eigenthümlicher Weise combinirt und nach gewissen Richtungen einseitig entwickelt erscheinen. Ganz wahr ist es darum, wenn Göthe sagt:

Vom Vater hab' ich die Natur,
Des Lebens ernstes Führen,
Vom Mütterchen die Frohnatur
Und Lust zu Fabuliren.

Für Denjenigen, welchem die Seele ein immaterielles, in den Körper hineingepflanztes Wesen ist, liegt freilich in dieser geistigen Familienerbschaft ein unlösbares Räthsel, wenn er nicht annehmen will, daß die Seelen der Eltern im Zeugungsakte sich theilen, was denn auch eine mißliche Sache für die Individualität der Seele ist. Für Denjenigen aber, der auf dem Boden der Beobachtung und der Thatsache fußend die Seelenthätigkeiten nur als Funktion des materiellen Substrates der Gehirnsubstanz betrachtet und der überzeugt ist, daß der Satz überall gilt: Form und Materie bestimmen die Funktion; für den wird es nicht überraschend sein, daß formelle Eigenthümlichkeiten in der Ausbildung des Gehirnes, von den Eltern ererbt, auch spezifische Eigenthümlichkeiten in den Seelenthätigkeiten zur Folge haben müssen.

Zur Entscheidung der Frage: welches zeugende Individuum mehr Einfluß auf die Nachkommenschaft habe, ob der Vater oder die Mutter, dienen besonders die Fälle von Mischlingen zwischen verschiedenen Menschen- und Thierarten. Im Allgemeinen kann man sagen, daß bei solchen Mischungen die Eigenthümlichkeiten des Bastards zwischen Vater und Mutter getheilt sind, so daß z. B. die Mischlinge von Negern und Weißen so ziemlich das Mittel zwischen beiden Eltern halten. Bei der Thierzüchtung geht man freilich, im Occident wenigstens, von der Ansicht aus, daß der Vater das prädominirende Element sei, und man verwendet deßhalb weit größere Sorgfalt auf die Zucht der Stiere, Hengste und Böcke, als auf diejenige der entsprechenden Weibchen. Im Oriente dagegen geht man von der entgegengesetzten Ansicht aus, und die Araber setzen nicht nur einen weit größeren Werth auf die Stuten, sondern führen auch die Genealogieen ihrer edlen Rosse nicht nach den Vätern, sondern nach den Müttern.

Die statistischen Untersuchungen haben nachgewiesen, daß in Beziehung auf das Geschlecht der Nachkommenschaft das Alter der beiden Zeugenden einen wesentlichen Einfluß übe, und es ist wohl möglich, daß auch in Beziehung auf andere Eigenthümlichkeiten dieser Einfluß sich geltend mache. Es steht jetzt fest, daß um so mehr Knaben in einer Ehe geboren werden, je älter der Mann im Verhältniß zur Frau ist, wobei man einen Unterschied von sechs bis zehn Jahren etwa als dasjenige Verhältniß ansehen muß, in welchem beide Eltern einander das Gleichgewicht halten. Bei gleichem Alter oder bei überwiegendem Alter der Frau steht die Wahrscheinlichkeit zu Gunsten der Mehrzahl weiblicher Nachkommenschaft. Das Uebergewicht des neugeborenen Knaben im Verhältniß zu den Mädchen, welches sich von 102 bis 107 zu 100 je nach den verschiedenen Ländern abstuft, rührt einzig davon her, daß im Durchschnitte die Männer 10 bis 15 Jahre älter sind, als ihre Frauen. Die Statistik tritt somit der gewöhnlichen Volksansicht schnurstracks entgegen, indem sie uns belehrt, daß bei Ehen von Greisen mit jungen Mädchen die größte Wahrscheinlichkeit für die Erzeugung von Knaben vorhanden sei.

Ob auch andere Verhältniſſe auf die Beſtimmung des Geſchlechtes der Frucht einen Einfluß haben können, iſt eine andere Frage, die wir zwar nicht von der Hand weiſen können, zu deren Löſung aber bis jetzt nur leere Träumereien oder Theorieen vorgebracht werden konnten, welche durch die Beobachtung widerlegt wurden. Schon im Alterthume glaubte man, daß der rechte Eierſtock und Hode die Knaben, der linke die Mädchen erzeuge, und ſchon im Alterthume wurde dieſe ziemlich feſtgewurzelte Anſicht auf das Gründlichſte widerlegt. Wenn man aber ſo einerſeits zugiebt, daß die Beobachtung in dieſer Weiſe uns noch keine Fingerzeige gegeben hat, ſo iſt doch anderſeits der Ausſpruch, daß es aller providentiellen Weltregierung widerſprechen würde, wenn die Beſtimmung des Geſchlechtes der Kinder den Eltern in die Hand gegeben werde, geradezu einfältig zu nennen; denſelben Einwurf machte man zur Zeit der Blatternimpfung und den Blitzableitern, die ebenfalls die providentielle Weltordnung in Beziehung auf Sterblichkeit und Feuersbrünſte erheblich änderten. Der Einwurf bei dieſer Frage iſt aber um ſo thörichter, als der Menſch ſchon, freilich ohne direkten Willen, die providentielle Weltordnung auch hier geändert hat. Die Staatseinrichtungen haben jetzt ſchon, indem ſie in vielen Staaten die Bedingungen zur Heimath für die Männer ſo ſtellten, daß denſelben erſt im ſpäteren Alter genügt werden kann, die urſprüngliche providentielle Weltordnung ſo tief modificirt, daß bei weitem mehr Knaben geboren werden, als dies bei völliger Freiheit in dieſem Punkte geſchehen würde, und es iſt im Gegentheile eben ſo denkbar, daß erſt dann, wenn einmal die Bedingungen zur Zeugung eines beſtimmten Geſchlechtes bekannt ſind, und dadurch es in das Belieben der Leute geſtellt wird, ſich das Geſchlecht ihrer Kinder im Voraus auszuwählen, durch dieſe freie Wahl die urſprüngliche Norm möglicher Weiſe wieder hergeſtellt wird.

Die Mißgeburten, welche nicht nur beim Menſchen, ſondern auch bei Thieren, und ſelbſt bei wilden Thieren, ziemlich häufig vorkommen, wurden in früheſter Zeit als Zeichen des Zornes der Gottheit angeſehen, welche dadurch bevorſtehendes Unglück,

Strafgerichte und andere Ausbrüche der Art anzeigen sollte. Es war diese Ansicht eine nothwendige Folgerung aus dem Glauben, welcher die Entstehung eines jeden organischen Wesens einem bewußten Schöpfer unterlegte, Statt dasselbe unmittelbar aus natürlichen Gesetzen hervorgehen zu lassen. In der That ist nicht abzusehen, warum man sich von dieser Ansicht der üblen Bedeutungskraft der Mißbildungen frei machen will, wenn man doch ihren Vordersatz fernerhin anerkennt. Wenn das organische Wesen aus der Hand eines bewußten Schöpfers hervorgeht, so müssen auch die Mißbildungen einen bestimmten bewußten Zweck haben, den man je nach Gefallen ihnen unterschieben kann.

Die abschreckenden Gestalten, welche viele Mißgeburten darbieten, gaben Gelegenheit zu den mannigfaltigsten Deutungen, besonders aber zu höchst seltsamen Vergleichen mit allerhand Dingen, vor denen man Ekel hatte. So wie man in den bizarren Formen der Tropfsteingebilde Aehnlichkeiten erblickt, die meist nur demjenigen klar werden, dem man sie vorher ankündigt, während der Uneingeweihte sie vergeblich sucht, so sah man auch in den Mißgeburten alle möglichen Combinationen ekelhafter Thiere mit menschlichen Formen. Von den Muttermalen an bis zu den ausgebildetsten Mißgeburten schlang sich in dieser Weise für das Volk eine Kette phantastischer Gestalten, die stets neuen unerwarteten Zuwachs fand. Jedermann weiß, daß in den anatomischen Museen die Mißgeburten den für das Publikum interessanten Theil der Sammlung ausmachen, und wenn man die Gespräche hört, welche über deren Gestalten geführt werden, so kann man nicht umhin, zu finden, daß trotz der gepriesenen Aufklärung noch manche Vorurtheile unter dem Volke herrschen.

Das Volk sucht meistens die Ursache der Mißbildungen nicht in dem Keime oder in dem Fötus, sondern vielmehr in der Mutter, und es ist eine ziemlich allgemeine Ansicht, daß die Schwangeren sich *versehen* könnten, und daß dann der Fötus in Folge dieses Versehens eine Mißbildung an sich trage, welche gewissermaßen die Form und das Aussehen desjenigen

Objektes wiederhole, an welchem ſich die Schwangere verſehen habe. Eine Schwangere erſchrickt über einen Truthahn, der auf ſie zukommt; — das Kind, welches ſie gebiert, hat an dem Arme eine erektile Blutgeſchwulſt, die blauroth ausſieht. Es iſt klar, daß die Schwangere ſich an dem Truthahn verſehen hat, und daß der fleiſchige Anhang, den dieſer Vogel an dem Schnabel trägt und der ihm beim Zorne ſchwillt, von der Natur auf dem Arme des Kindes nachgebildet wurde. Man hat hundert und aber hundert Geſchichten dieſer Art, welche alle in ähnlicher Weiſe verknüpft ſind, und man kann wohl ſagen, daß manche arme Schwangere die ganze Zeit, in welcher ſie ſich ihres Zuſtandes bewußt iſt, in Kummer und Sorgen zubringt, damit ſie ſich nicht verſehen und eine Mißgeburt zur Welt bringen möchte. Die Theorie des Verſehens mag wohl ſo alt ſein, als das Menſchengeſchlecht ſelber, und da man in unſerer Zeit der hiſtoriſchen Rechte einen Irrthum um ſo ehrwürdiger findet, je älter er iſt, ſo verdient auch dieſer einige Beachtung. Gründete ja doch Erzvater Jakob zuerſt die Theorie des erlaubten Betruges auf den Grundſatz des Verſehens, indem er den Schafen ſeines Schwiegervaters beim Tränken geſprenkelte Stäbchen vorlegte und ſo die Erzeugung gefleckter Lämmer bewerkſtelligte. Bei den Hebräern herrſchte alſo der Glaube an das Verſehen in hohem Grade. In nicht minderem Anſehen ſtand dieſer Glaube bei den alten Griechen, wo Hippokrates durch die Berufung auf denſelben, wie erzählt wird, eine Prinzeſſin von der Anklage des Ehebruches rettete, die ihrem weißen Gemahle ein ſchwärzliches Negerkind geboren hatte. Hippokrates behauptete nämlich, die Prinzeſſin habe ſich an dem Bilde eines Negers verſehen, das an ihrem Bette hing. Der Stifter der Medicin würde mit dieſer Theorie heutzutage in Weſtindien und Braſilien wohl nur wenig Glück machen, und ein Schafzüchter unſerer Zeit würde zur Erzeugung geſprenkelter Lämmer lieber verſchiedenartig gefärbte Böcke und Schafe, als geſcheckte Stäbe benutzen, wahrſcheinlich auch bei dieſem Verfahren ſicherere Reſultate erzielen, als der Erzvater der Juden bei dem ſeinigen.

Es ist keine Frage, daß die Verbindung zwischen Mutter und Frucht bei den Säugethieren der Art ist, daß bestimmte Einflüsse von dem mütterlichen Organismus auf denjenigen des Kindes übertragen werden können. Es existirt zwar keine direkte Verbindung zwischen Mutter und Frucht, allein wir haben gesehen, daß die Blutmassen beider in steter Wechselwirkung mit einander stehen und eine lebhafte Endosmose zwischen denselben vermittelt wird. Wir wissen aber, wie schnell gemeinschaftliche Affekte bei reizbaren Personen auf die ganze Ernährung und somit auf die Zusammensetzung der Blutmasse einwirken können. Daß diese Veränderungen sich auf die Blutmasse des Fötus übertragen und Störungen in der Ernährung desselben hervorbringen, oder, mit andern Worten, den Fötus krank machen können, ist leicht einzusehen. Wir wissen bestimmt, daß Krankheiten der Mutter sich auf das Kind übertragen, daß syphilitische Mütter z. B. durch und durch angesteckte Kinder geboren haben, daß verschiedene Säftemischungen, Kachexien sich von der Mutter auf das Kind forterben; — allein diese Uebertragungen sind dennoch im Ganzen seltener, als man glauben könnte, und der Einfluß des mütterlichen Organismus auf den kindlichen beschränkter, als man erwarten sollte. Die Fehlgeburten und Frühgeburten, welche so häufig Statt haben, darf man nicht als Beweise für diesen Einfluß der Mutter anführen, da sie hauptsächlich durch krankhafte Zustände der Geschlechtstheile oder des mütterlichen Organismus bedingt sind. Die meisten Fehlgeburten fallen zwischen den vierten und fünften Monat der Schwangerschaft, d. h. in eine Zeit, wo der Embryo fast vollständig ausgebildet ist, wo er aber bedeutend wächst und die rasche Ausdehnung des Uterus in dem gewöhnlichen Verhalten der übrigen Organe Störungen hervorbringt. Sobald diese einmal sich an die stärkere Ausdehnung der Gebärmutter gewöhnt haben, werden auch die Fehlgeburten seltener; — ein sicherer Beweis, daß diese Zufälle hauptsächlich durch den Zustand der mütterlichen Organe bedingt sind.

Die Organe des Embryo sind, wie wir schon früher gesehen haben, zu Ende des zweiten Monats der Schwangerschaft größtentheils angelegt, und von diesem Zeitpunkte an nur in ihrer Entwickelung begriffen. Die engere Verbindung zwischen der Gebärmutter und dem Embryo entwickelt sich aber erst, wenn die Hauptanlagen der Organe schon gegeben sind. Die Wechselwirkung der beiderseitigen Blutmassen in der Placenta findet erst nach dieser Zeit Statt, und es ist somit höchst unwahrscheinlich, daß früher psychische Einflüsse auf das Leben des Embryo und die Entwickelung seiner Organe Einfluß haben könnten. Die meisten Geschichten, welche das Versehen der Schwangern darthun sollen, beziehen sich aber auf die späteren Monate der Schwangerschaft, wo die Organe schon denjenigen Zustand der Entwickelung überschritten haben, den sie bei der Mißbildung zeigen. Wenn eine Schwangere z. B. deshalb ein Kind mit einem Wolfsrachen geboren haben soll, weil sie sich im vierten oder fünften Monate an irgend einem Gegenstande versah und über denselben erschrack, so kann man geradezu behaupten, daß dies unmöglich sei, indem in diesem Zeitpunkte der knöcherne Gaumen und die ursprüngliche Lippenspalte schon längst hätten geschlossen sein sollen, die Mißbildung demnach schon früher existirte, als ihr eingebildeter Grund, der Schreck und das Versehen, Statt hatte.

Wir kennen eine große Menge von Thatsachen, die darauf hinzeigen, daß schon in der ursprünglichen Anlage des Kindes zuweilen Verhältnisse obwalten, welche Mißbildungen bedingen. Fast alle ganz jungen, durch Fehlgeburten abgegangenen Eier, die man bis jetzt untersucht hat, waren offenbar krank, indem bald der Embryo, bald seine Häute Abweichungen von der normalen Struktur zeigten. Es giebt gewisse Mißbildungen, welche in den Familien sich forterben, und mancher mütterliche Organismus erzeugt neue Keime, die in einzelnen Organen abnorme Entwickelungsrichtungen darthun. So giebt es Frauen, welche nur Kinder mit überzähligen Fingern, mit Hasenscharten, mit mangelhafter Entwickelung des Gehirnes zur Welt bringen,

andere, bei welchen unter mehreren Kindern einige normal entwickelt, die andern mißbildet sind. Das constante Vorkommen derselben Bildungsfehler bei den Produkten eines und desselben mütterlichen Organismus berechtigt uns zu dem Schlusse, daß die Keime, welcher dieser mütterliche Organismus erzeugt, von Anfang an den Grund solcher Mißbildungen an sich tragen.

Nicht minder sind Fälle bekannt, wo der Einfluß des Samens ebenfalls ein abnormer genannt werden kann. In einer schlesischen Rindviehheerde, die einen einzigen Zuchtstier hatte, kamen während eines Jahres zehn Mißgeburten vor. Man entfernte den Stier und die Züchtung wurde nun vollkommen normal. Es unterliegt also keinem Zweifel, daß das Ei an sich zwar von seiner ursprünglichen Bildung her gewisse abnorme Organisationsrichtungen mitbringen kann, daß aber dieselben auch durch die Einwirkung des männlichen Samens eingeführt werden können. Jedoch beschränkt sich dieses lediglich nur auf diejenigen Eigenthümlichkeiten, welche in dem Gesammtorganismus wurzeln, nicht aber auf zufällige Verstümmelungen. Man hat zwar einzelne Fälle solcher Forterbungen erzählt, wie z. B. von Pferdefüllen und jungen Hunden, die mit abgekürzten Schwänzen zur Welt kamen und deren Eltern durch Generationen hindurch englisirt worden waren. Diese Fälle dürften aber um so weniger constatirt erscheinen, als diejenigen Verstümmelungen, die von ganzen Völkerstämmen systematisch durch Jahrhunderte hindurch geübt werden, wie z. B. das Abplatten der Köpfe bei amerikanischen Stämmen, das Verstümmeln der Füße bei den Chinesinnen, das Beschneiden bei Orientalen und Juden und das Ohrlöcherbohren in der übrigen civilisirten und nichtcivilisirten Welt, noch nirgends sich bei den Nachkommen fortgeerbt hat.

Wir haben unwiderlegbare Beweise dafür, daß der Fötus während seiner Entwickelung selbstständig krank werden kann, und daß Mißbildungen als Resultate dieser Krankheiten zurückbleiben können. Es werden durch diese Krankheiten hauptsächlich wassersüchtige Anschwellungen erzeugt, die in den verschiedenen Höhlen der embryonalen Organe sich ausbilden und auf diese Weise

mannigfaltige Formen der Mißgeburten erzeugen. Auch manche andere Mißbildungen, wie namentlich Gefäßgeschwülste, beruhen sicherlich auf Krankheitsprozessen, welche mehr oder minder denen des Erwachsenen entsprechen. Selbst durch äußere Einwirkungen können dergleichen krankhafte Mißbildungen erzeugt werden. Man hat mehr oder minder begründete Beispiele, daß durch einen Stoß oder Schlag auf den Unterleib der Fötus mechanische Verletzungen erlitt, oder daß durch eigenthümliche Verhältnisse des Eies selbst, durch Verwickelungen des Nabelstranges ꝛc., solche mechanische Verletzungen erzeugt wurden. Man hat sogar künstliche Mißbildungen erzeugt, die man durch mechanische Verletzungen des Embryo's hervorbrachte.

Aus allem diesem geht hervor, daß wir in der ursprünglichen Bildung der Keime und der befruchtenden Flüssigkeit, so wie in den zufälligen Störungen, welche der Fötus während der Entwickelung erleiden kann, Ursachen genug finden zu Mißbildungen der Frucht, und daß wir nicht zu dem alten Irrwahne des Versehens unsere Zuflucht zu nehmen brauchen, um die Entstehung solcher Mißbildungen zu erklären. Wenn alle Frauen, welche während ihrer Schwangerschaft erschrecken oder irgend einen andern unangenehmen Eindruck erleiden, mißbildete Kinder zur Welt bringen müßten, so würden wir wahrhaftig nur Mißgeburten entstehen sehen, und so weit sind wir doch noch nicht gekommen, trotz allen Entartungen des Menschengeschlechts, welche uns von altem und jungem Unverstand gepredigt wird.

Während in früheren Zeiten man sich mannigfach auf das Anstaunen der abnormen Gestalten, welche die Mißbildungen darbieten, beschränkte und darin einen unmittelbaren Eingriff der schöpfenden Kraft erblicken zu müssen glaubte, erkannte man mit dem Zunehmen wissenschaftlicher Bestrebungen mehr und mehr, daß die Mannigfaltigkeit der Formen in den Mißbildungen dennoch gewissen Gesetzen gehorcht, die man um so besser zu würdigen verstand, je genauer man die Entwickelungsgeschichte überhaupt in ihren Erscheinungen studirte. Je mehr man mit der früheren Entwickelung der Embryonen vertraut

wurde, desto mehr lernte man viele Mißbildungen als ein Zurückbleiben auf früherer Stufe der Bildung kennen. Wenn man z. B. Neugeborene sah, bei welchen die Bauchdecken vorn gespalten waren und die Eingeweide bloß lagen, so war es bei einiger Kenntniß der Entwickelungsgeschichte leicht einzusehen, daß diese Bildung einer früheren Zeit angehöre, in welcher die Bauchdecken normal sich noch nicht in dem Nabel zusammengeschlossen haben. Solche und ähnliche Mißbildungen nannte man Hemmungsbildungen, und begriff darunter alle diejenigen Fälle, in welchen eine in früherer Zeit normale Struktur des embryonalen Leibes in abnormer Weise sich länger erhalten hatte, als ihr gesetzmäßiger Weise zukam. Solche Hemmungsbildungen begründeten begreiflicher Weise Thierähnlichkeiten, wenn sie in solchen embryonalen Charakteren auftraten, die in niederen Wirbelthieren auch im erwachsenen Zustande sich bleibend erhalten. In andern Fällen hingegen betreffen diese Hemmungsbildungen solche embryonale Charaktere, die niemals bleibend sich entwickeln, sondern stets nur vorübergehend auftreten. Da man früher die vergleichende Anatomie besser kannte, als die Entwickelungsgeschichte, so fand man die Anhaltspunkte für solche Hemmungsbildungen weit eher bei den niederen Wirbelthieren, und betrachtete deshalb die Hemmungsbildungen wesentlich als das Resultat einer Annäherung zu Thierähnlichkeiten, als Rückfall zu niederer Stufe der Organisation. Man sieht leicht ein, daß diese aus der vergleichenden Anatomie hervorgegangene Ansicht nur eine beschränkte sei, und eben darauf beruht, daß jedes Organ bei den höheren Wirbelthieren verschiedene typische Veränderungen durchläuft, von welchen ein Theil sich bleibend bei den niederen Thieren erhalten kann.

Daß diese Hemmungsbildungen außerordentlich viele Formen der Mißbildung erklären, unterliegt keinem Zweifel. Indeß muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß wir vielleicht keine einzige Hemmungsbildung kennen, welche ganz genau auf dem Punkte stehen bleibt, den sie im Anfange behauptete, sondern daß der in seiner Bildung gehemmte Theil dennoch fast immer

in gewiſſer Richtung ſich fortbildet und ſo einen abnormen Zuſtand erreicht, der in etwas von der embryonalen Bildung abweicht. Dieſe eigenthümliche, gleichſam in ſchiefer Richtung abweichende Entwickelung der Hemmungsbildungen hat man dann als beſondere Art derſelben abtrennen wollen, wenn ſie einen gewiſſen Grad erreichte, hat aber dabei überſehen, daß alle möglichen Uebergänge ſich finden. So betrachtete man z. B. die oben angeführte Spaltung des Gaumens, den Wolfsrachen, als eine reine Hemmungsbildung, diejenige der Iris hingegen, das ſogenannte Colobom nicht, weil die Iris urſprünglich als ein rundes Gebilde ohne Spalt angelegt werde. Aber die Iris bildet ſich erſt, nachdem der urſprüngliche Spalt des Auges ſich geſchloſſen hat, und wenn dieſer offen bleibt, ſo kann ſie nicht anders, als in Form eines geſpaltenen Ringes ſich entwickeln. Indem man aber die Spaltung der Iris als etwas Beſonderes, den Wolfsrachen aber als eine reine Hemmungsbildung anſah, vergaß man, daß der knöcherne Oberkiefer auch nie eine ſolche Spalte zeigt, wie ſie bei dem Wolfsrachen vorkommt, ſondern daß er eben erſt verknöchert, wenn die Spalte ſchon durch die knorpeligen Anlagen der Knochen geſchloſſen iſt.

Wenn wir die Exiſtenz von Hemmungsbildungen darthun können, ſo iſt es uns im Gegentheile nicht vergönnt, ſagen zu können, auf welchen Urſachen ſpezieller Art die Entſtehung derſelben beruhte. Daß ſowohl urſprüngliche abnorme Anlage der Keimſtoffe, als auch ſpäter ſich entwickelnde zufällige Einflüſſe Hemmungsbildungen hervorrufen können, unterliegt wohl keinem Zweifel. Warum aber ſolche allgemeinere Urſachen dieſes oder jenes ſpezielle Organ befallen und in ſeiner Entwickelung aufhalten, wiſſen wir nicht und wird auch vor der Hand nicht eher ergründet werden können, als bis man weiß, warum bei dem Erwachſenen eine allgemeine Schädlichkeit dieſes oder jenes ſpezielle Organ befällt.

Wir haben in dem Vorhergehenden hauptſächlich nur von denjenigen Mißbildungen geſprochen, welche in einem einzigen Individuum, einem einzigen Embryonen vorkommen können und

ſich dadurch charakteriſiren, daß durch Hemmungsbildungen einzelne Theile derſelben eine verkehrte Ausbildung genommen haben. Durch irgend einen Zufall oder durch eine urſprüngliche Anlage des Keimes iſt demnach dieſe qualitative Abänderung der Entwickelung bedingt. Außer dieſen Mißbildungen aber giebt es noch eine andere ſehr merkwürdige Claſſe, welche ſich hauptſächlich dadurch auszeichnet, daß eine quantitative Vermehrung in der embryonalen Anlage ſich kund giebt, und zwar in der Weiſe, daß einzelne Theile in dem Keime ſich verdoppeln. Dieſe Verdoppelung kann ſelbſt ſo weit fortſchreiten, daß zwei beinahe vollſtändige Individuen ſich aus einem einzigen Keime entwickeln können. Man hat öfter behauptet, daß jede Doppelmißgeburt ein Reſultat der Verſchmelzung zweier Keime ſei, welche durch irgend eine Urſache mehr oder minder vollſtändig in einander aufgingen. Auf den erſten Anblick ſcheint eine ſolche Anſicht über die Entſtehung der Doppelmißgeburten allerdings die begründetſte. Wie könnte eine andere Anſicht Raum finden, wenn man Doppelmißgeburten begegnet, welche nur an einem einzelnen Theile ihres Körpers mit einander verbunden ſind und im Uebrigen zwei durchaus ausgebildete Körper zeigen? Bei dem Anblicke der ſiameſiſchen oder italieniſchen Zwillinge (Rita-Christina), welche nur durch ein ſchmales mittleres Band in der Bruſtgegend mit einander vereinigt waren, deſſen Trennung man vielleicht hätte verſuchen können, wird es einem Jeden wohl zuerſt in den Sinn gekommen ſein, an ein zufälliges Zuſammenwachſen zweier Embryonen zu denken. Berückſichtigt man aber, daß von der geringſten Vermehrung eines unbedeutenden Organes bis zu der faſt vollſtändigen Trennung der Doppelmißgeburten eine ununterbrochene Kette von Zwiſchenſtufen ſich hinzieht, und daß man nirgends in dieſer Beziehung einen Haltpunkt finden kann, ſo gewinnt die Sache ein anderes Anſehen. Es wird wohl Niemand einfallen, in einem überzähligen Finger, welchen ein Kind mit auf die Welt bringt, den Beweis zu ſehen, daß dieſes Kind aus zwei verſchmolzenen Keimen ſich gebildet habe, von welchen der eine bis auf einen Finger verſchwunden,

der andere aber vollſtändig ausgebildet ſei. Von dieſer einfachſten aller Verdoppelungen aber läßt ſich, wie ſchon bemerkt, eine fortſchreitende Reihe bis zu den ſiameſiſchen Zwillingen aufſtellen.

Wenn man aus dieſen Thatſachen ſchon vermuthen muß, daß die Doppelmißgeburten nicht durch Verſchmelzung zweier Keime, ſondern vielmehr durch Theilung und Vermehrung eines urſprünglich einzigen Keimes entſtehen, ſo ſpricht hiefür außerdem noch ein äußerſt wichtiges Geſetz, von welchem man bis jetzt noch keine Ausnahmen kennt. Die Doppelmißgeburten ſind nämlich ſtets mittelſt gleichnamiger Theile, Organe und Syſteme zuſammen verſchmolzen. Man hat noch nie eine Doppelmißgeburt gefunden, in welcher z. B. der Kopf an den Bauch oder an den Rücken angewachſen wäre, wo die Bauchfläche des einen Kindes mit der Rückenfläche des andern, oder die Leber des einen mit dem Herzen des andern ſich verbunden hätte, ſondern ſtets fand man Kopf an Kopf, Bauch an Bauch, Glied an Glied. Dieſe Geſetzmäßigkeit der Verwachſung deutet offenbar darauf hin, daß man an kein zufälliges Verſchmelzen zweier Keime denken könne, ſondern daß vielmehr ein einziger Keim mehr oder minder vollſtändig ſich ſpalte und verdoppele.

Die Doppelmißgeburten ſind verhältnißmäßig ſo ſelten, daß man nur äußerſt wenige Beobachtungen über unentwickelte Embryonen aus früheſter Zeit beſitzt, bei welchen Doppelbildungen ſich einleiteten. Man kennt indeſſen doch eine genauer beſchriebene Doppelbildung aus dem Anfange des dritten Tages der Bebrütung bei dem Hühnerembryo. Beide Embryonen lagen in einem kreuzförmigen Fruchthofe, waren mit dem Kopfe verwachſen, während ſie nach hinten von einander abſtanden und das Herz ſogar in doppelter Anlage vorhanden war. Der Dotter war einfach und ſomit nicht daran zu denken, daß zwei Keime in demſelben Ei vorhanden geweſen ſeien. Eben ſo hat man in neueſter Zeit die Erfahrung gemacht, daß in befruchteten Hechteiern, welche eine Zeit lang zu Wagen transportirt und mehrere Stunden hindurch geſchüttelt wurden, ſich außerordentlich viele Doppelmißgeburten erzeugten.

Man hat bis jetzt mehrere unzweifelhafte Fälle beobachtet, wo in einem einzigen Graaf'schen Follikel zwei Eier vorhanden waren. Daß man solche Fälle nicht zur Bildung von Doppelmißgeburten anrufen dürfe, versteht sich aus dem Gesagten wohl von selbst. Denn damit, daß zwei Eier neben einander in demselben Follikel eingeschlossen liegen, ist noch nicht gesagt, daß sie nothwendig mit einander verschmelzen müssen. Es ist überhaupt kaum denkbar, wie eine solche Verschmelzung entstehen könne, da das Ei innerhalb des Follikels und während seines Durchganges durch den Eileiter von der verhältnißmäßig sehr dicken Zona umhüllt ist, und später, wenn die Zona sich verdünnt und in das Chorion umgewandelt hat, die Bildung des Embryo schon so weit vorangeschritten ist, daß an eine Verschmelzung auch nicht gedacht werden könnte. Es dürften vielmehr solche Fälle eher zur Erklärung von Zwillingsschwangerschaften benutzt werden, obgleich auch hier nicht abzusehen ist, warum eine Zwillingsschwangerschaft nicht eben so gut durch das Platzen zweier Graaf'schen Follikel hervorgebracht werden könne.

Man kennt einige wenige seltene Fälle, in welchen mehr oder minder entwickelte Embryonen innerhalb eines andern Fötus eingeschlossen waren. In dieser Beziehung herrscht kein Gesetz vor. Man fand eingeschlossene Theile oder ganze Embryonen in der Bauchhöhle, in dem Gefäße und an andern Orten, und gerade diese Gesetzlosigkeit hinsichtlich des einschließenden Ortes scheint darauf hinzuweisen, daß in solchen Fällen wirklich zwei Keime in dem Ei vorhanden waren, von welchen der eine den andern überwucherte und einschloß. Man hat Fälle gesehen, wo in einem Ei zwei Dotter vorhanden waren, von denen der eine meist kleiner und unentwickelter als der andere schien, so daß sich wohl hieraus diese seltenen Fälle von eingeschlossenen Embryonen und dadurch bedingter Doppelbildung erklären ließen.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf die verschiedenen Formen eingehen, welche die Mißbildungen überhaupt zeigen, und dieselben im Einzelnen zergliedern. Es genügt, auf die allgemeinen Typen derselben aufmerksam gemacht und gezeigt

zu haben, daß hauptsächlich die individuelle Anlage des Keimes es ist, welche auf die Hervorbringung von Mißbildungen einen bestimmten, wesentlichen Einfluß äußert. Der mütterliche Organismus zeigt seinen Einfluß hauptsächlich nur insofern, als er eben den Keim in sich erzeugt und ihm dadurch einen gewissen ursprünglichen Stempel aufdrückt, der in seiner ferneren Ausbildung sich erhält. Späterer Einfluß von Seiten der Mutter auf den Fötus ist nur insofern denkbar, als die Blutmischung des mütterlichen Organismus diejenige des Fötus wesentlich verändern und dadurch Krankheiten des Fötus erzeugen kann, die bleibende Mißbildungen verursachen. Allein diese Krankheiten sind anerkanntermaßen nur eine geringe Quelle, aus welcher höchst wenige Mißbildungen hervorgehen, und namentlich nicht diejenigen, welche man als Folgen des Versehens gewöhnlich betrachtet. Die Furcht vor dem Versehen ist deshalb eine total thörichte, und es würde weit besser für die Lehre von den Mißbildungen überhaupt stehen, wenn man die alte Theorie von dem Versehen gänzlich aus dem physiologischen Repertoir ausstreichen und anerkennen würde, daß man erst dann solche Theorieen annehmen darf, wenn kein anderer Weg der Erklärung möglich ist.

Es ist aus dem Vorhergehenden schon ersichtlich, daß wir selbst diejenigen Folgerungen verwerfen müssen, welche aus dem Begriffe hervorgehen, den man unter dem Namen der Idee der Gattung aufgestellt hat. Man hat sich genöthigt gesehen, diesem Prinzipe gemäß unter den Mißbildungen verschiedene Klassen aufzustellen, je nachdem dieselben die Idee der Gattung nicht erreichen, dieselbe überschreiten, oder aber von derselben abweichen. Analysirt man diesen Begriff näher, so kommt man eben darauf, in dieser Idee der Gattung den schöpfenden selbstbewußten Gedanken wieder zu finden, der von der Materie losgelöst, dieselbe nach seinen Capricen modelt. Es wurde schon oben des Weiteren auseinander gesetzt, daß wir einen solchen Begriff nicht anerkennen, sondern vielmehr in dem Keime eine bestimmte Materie erkennen, die sich eben ihrer Zusammensetzung

gemäß in besonderer Weise entwickeln muß. Weicht diese materielle Zusammensetzung primitiv in irgend einem Punkte ab, oder wird durch irgend einen Zufall dieselbe später gestört, so erhalten wir eben als Resultat dieser materiellen Störungen die Mißbildung im weitesten Sinne des Wortes. Auch hier bekennen wir offen, daß unserer Ansicht nach nur der reinste, unverfälschte Materialismus zu erklecklichen Resultaten in der Wissenschaft führen kann.

Dreißigster Brief.

Der Umlauf des Lebens.

Die Entwickelung des Menschen ist bei weitem noch nicht mit dem Augenblicke abgeschlossen, in welchem er durch die Trennung vom mütterlichen Organismus ein selbstständiges Leben beginnt. Dies Leben selbst hat einen bestimmten Cyclus von Erscheinungen, welche es durchläuft; seine Funktionen wechseln je nach dem Alter des Organismus. Wir haben bis jetzt, außer der embryonalen Entwickelung, die Funktionen des menschlichen Organismus hauptsächlich nur in Beziehung zu dem reifen Lebensalter kennen gelernt, und es liegt uns nun zum Schlusse dieser ganzen Abhandlung noch ob, zu zeigen, wie der Organismus allmählich sich zu der Höhe seiner Funktionen erhebt, auf derselben eine längere Zeit stehen bleibt, und dann wieder durch allmähliche Abnahme derselben der Vernichtung, dem Tode entgegeneilt.

Während des Säuglingsalters ist das Kind hauptsächlich auf Ernährung durch den mütterlichen Organismus angewiesen. Die Milch ist überhaupt ihrer Zusammensetzung nach das wahre Ideal eines Nahrungsmittels. So wie das Blut gleichsam den aufgelösten Organismus darstellt, so könnte man die Milch als eine Auflösung des typischen Nahrungsmittels betrachten. Die Milch einer jeden Thiergattung zeigt in ihrer Zusammensetzung eine eigenthümliche Proportion der einzelnen bildenden Bestandtheile; allein alle Milcharten ohne Ausnahme kommen darin überein, daß sie Fett, Zucker, eine Proteïnsubstanz, phosphorsaure und andere Salze enthalten, die nur in

ihren Verhältniſſen wechſeln. Wir ſehen alſo, daß die Milch an und für ſich allen Auforderungen genügt, welche wir an die in ſpäterer Zeit zu genießenden zuſammengeſetzten Nahrungsmittel nur machen können. Die fettartigen Beſtandtheile ſind durch die Butter repräſentirt, welche in Form kleiner Kügelchen in der Milch aufgeſchwemmt iſt und durch ihre leichte Schmelzbarkeit äußerſt leicht in den Organismus übergeführt werden kann. Der Käſeſtoff, die einzige Proteïnſubſtanz, welche in der Milch ſich befindet, iſt zugleich die löslichſte von allen Proteïnſubſtanzen; der Milchzucker diejenige Zuckerart, welche am ſchwierigſten in Gährung und Zerſetzung übergeht. So findet denn der Säugling in der ihm gebotenen Muttermilch allen nöthigen Stoff zur Ernährung ſeiner Organe, zum Aufbau ſeiner Muskeln und ſeines Fettes, und in den aufgelösten Salzen den phosphorſauren Kalk, den er zur Ausbildung ſeiner Knochenſubſtanz nöthig hat.

Unter dem Einfluſſe dieſer Ernährung gewöhnt ſich der Säugling allmählich an das ſelbſtſtändige Leben, während zugleich die einzelnen Funktionen ſich ſtärker herausbilden und feſtſetzen. Die Athmung, welche im Anfange nur noch ſehr unvollſtändig Statt hatte, kräftigt ſich allmählich, und mit dieſer Kräftigung hält die Entwickelung der Eigenwärme gleichen Schritt. Anfangs, wo noch das eirunde Loch und der Botalliſche Gang offen ſind, kann die Athmung längere Zeit ausgeſetzt bleiben, während ſpäter, wenn dieſe Communikationsöffnungen ſich geſchloſſen haben, das Athembedürfniß in höherem Grad ſich zeigt. Deshalb können auch Kinder, welche ſcheintodt geboren werden, oft nach ſtundenlanger Aufhebung des Athemproceſſes wieder in's Leben gerufen werden. Das Bedürfniß nach äußerer Erhaltung der Wärme iſt bei dieſer geringeren Ausbildung der Athmung weit größer, als in ſpäteren Zeiten, weshalb denn auch wärmere Bedeckung ein nothwendiges Bedürfniß für den Säugling iſt. Indeſſen bilden ſich verhältnißmäßig die vegetativen Funktionen weit ſchneller und kräftiger hervor, als diejenigen, welche dem Centralnervenſyſteme untergeordnet ſind.

Man findet die Erklärung dieſes Verhältniſſes leicht in der verhältnißmäßig geringeren Ausbildung der Gehirnſubſtanz. Dieſe iſt noch weit flüſſiger und breiiger als in ſpäteren Zeiten; die Unterſchiede zwiſchen grauer und weißer Subſtanz, die Eigenthümlichkeiten der mikroſkopiſchen Elementarbeſtandtheile bilden ſich erſt während des Säuglingsalters beſtimmter hervor. Die Gewölbtheile namentlich ſind bei der Geburt und bei dem Kinde verhältnißmäßig weit weniger entwickelt, als der Hirnſtamm, und daraus erklärt ſich auch, daß im Anfange die Seelenthätigkeiten weit hinter den ſpezielleren Funktionen des Hirnſtammes zurückſtehen. So beſtehen die erſten Bewegungen des Säuglings hauptſächlich aus Reflexbewegungen, denen anfangs ſogar die beſtimmte Combination abgeht. Wir ſehen auf beſtimmte ſchmerzhafte Empfindungen auch bei dem Säuglinge Zuſammenziehungen der Muskeln, dem Geſetze der Reflexion gemäß, erfolgen. Anfänglich ſind dieſe Bewegungen aber nicht in der zweckmäßigen Weiſe combinirt, wie es nöthig iſt, um die ſchmerzende Urſache entfernen zu können. Aus dieſer mangelnden Combination, die, wie wir in den Briefen über das Nervenſyſtem geſehen haben, hauptſächlich ein Reſultat der öfteren Uebung iſt, entſpringt denn auch für den Säugling die Unmöglichkeit, ſich auf ſeinen Gliedern aufrecht zu erhalten, und für das Kind der ſchwankende und unſichere Gang. Man hat dieſe Verhältniſſe einzig aus der urſprünglichen Schwäche der Muskeln und aus der mangelnden Feſtigkeit des Knochengerüſtes herleiten wollen, allein ſicher mit Unrecht. Der Säugling umfaßt den Finger, den man ihm in die Hand ſteckt, mit ziemlicher Kraft, und übt einen Druck aus, der hinlänglich beweist, daß die Muskeln ſchon eine bedeutende Stärke beſitzen und daß die Grundlagen des Skelettes eine gehörige Kraftentwickelung ertragen können. Nichts deſto weniger kann der Säugling nicht mit Beſtimmtheit nach einem dargebotenen Gegenſtande greifen, indem die zu einer ſolchen Bewegung nöthige Combination der einzelnen Muskelzuſammenziehungen ihm unmöglich iſt. Der Säugling greift deshalb nach einem Gegenſtande, er ſtellt ſich zum Gehen oder Kriechen etwa

in der Art, wie ein mit Krämpfen behaftetes Individuum, bei welchem die Muskeln zwar dem Willen gehorchen, aber bald zu wenig, bald zu viel thun, und dadurch die Zweckmäßigkeit der Combination aufheben. In ähnlicher Weise verhält es sich mit noch gar manchen combinirten Bewegungen, welche der Säugling erst nach und nach erlernt. So kann er z. B. die Augen nach allen Richtungen hin bewegen, während ihm die Fähigkeit fehlt, dieselben auf einen bestimmten Punkt zu richten, oder mit andern Worten, nach einer gewissen Richtung hin zu blicken.

Mit der noch sehr unentwickelten Seelenthätigkeit hängt die Stumpfheit der Sinneseindrücke namentlich zusammen. Der Säugling verhält sich hier etwa wie ein Thier, dem man durch theilweise Wegnahme der großen Hemisphären die Summe der höheren Gehirnfunktionen verringert oder gänzlich gestrichen hat. Daß die peripherischen Sinnesnerven wirklich die Eindrücke der Außenwelt aufnehmen, das beweisen die Reflexionsbewegungen, welche diesen Eindrücken auch bei dem Säuglinge folgen, wie namentlich das Schließen der Augenlieder bei grellem Lichte, die Empfindlichkeit der Iris u. s. w. Dagegen gelangen diese Eindrücke nicht zur bewußten Auffassung, weil eben das Organ dieser Auffassung, die Hemisphären des großen Gehirnes, noch nicht vollständig entwickelt sind. Mit der allmählichen Entwickelung der Hemisphären bilden sich denn auch aus der ursprünglichen Stumpfheit allmählich die verschiedenen Seelenthätigkeiten hervor. Die Sinneseindrücke werden nun bewußt empfunden, zu einem Ganzen combinirt und dem Gedächtnisse eingeprägt, die Bewegungen werden ebenfalls bewußt combinirt, und nicht nur ihr Eintritt, sondern auch ihr Maß dem Willen untergeordnet, woraus denn ihre Zweckmäßigkeit sich hervorbildet. Alle diese allmählichen Veränderungen stehen in dem genauesten Wechselverhältnisse mit der fortschreitenden inneren Entwickelung des Gehirnes.

In dem Säuglinge schon zeigen sich die Spuren mancher, sowohl körperlicher als geistiger Anlagen (wie denn diese beiden

ſtets Hand in Hand gehen), die ſich erſt in ſpäterer Zeit vollſtändiger und kenntlicher entwickeln. Dieſelbe Erſcheinung tritt uns hier vor die Augen, welche wir ſchon in dem Keime verfolgten; wir ſehen von Anfang an individuelle Eigenthümlichkeiten durchleuchten, welche durch die Zeugung und Entſtehung in den Keim gelegt und von dieſem ausgebildet wurden, bis ſie im Säuglings- oder Kindesalter hervortreten. So wie die Familienähnlichkeit in dem runden Kindergeſichte, an welchem alle vorſpringenden Ecken und Leiſten weggewiſcht, alle Züge unter einer ſchwellenden Fettlage verdeckt ſind, erſt nach und nach ſich ausbildet und materiell kund giebt, ſo ſehen wir auch in den geiſtigen Fähigkeiten gewiſſe Familienähnlichkeiten nach und nach auftauchen, die einen weſentlichen Theil der individuellen Eigenthümlichkeiten ausmachen. Der aufmerkſame Beobachter findet ſchon die Keime dieſer Eigenthümlichkeiten bei dem Säuglinge; Mütter von mehreren Kindern wiſſen ſehr wohl, wie das eine von Anfang an leicht reizbar ſich zeigte, beſtändig ſchrie und weinte, unruhig ſchlief, ohne krank zu ſein, ungemeſſene Zuneigung zu dieſen, unbeſiegbare Antipathie gegen jene Perſonen zeigte, wie derſelbe Säugling im Kindesalter wechſelnder in ſeinen Launen war, als die Wetterfahne auf dem Dache, in derſelben Minute zehnerlei Anderes wollte, ſchnell auffaßte und eben ſo ſchnell vergaß, in der Schule hundert Allotria trieb und das Kreuz ſeiner Lehrer wurde, die ihn langweilten; während der Bruder als Säugling ſchon den ganzen Tag ſchlief oder nur aus Hunger plärrte, ſich gleich wohl in den Armen eines jeden Freundes befand, als Kind langſam auffaßte und ſchwer begriff, aber auch das gehörige Sitzfleiſch von der Natur mitbekommen hatte, um dieſer langſamen Auffaſſungsgabe ein Gegengewicht zu geben.

Man wird vielleicht fragen, wie bei dieſen urſprünglichen Anlagen und der ſelbſtſtändigen Ausbildung der materiellen Subſtrate der Geiſtesfunktionen ſich ein Einfluß der Erziehung denken laſſen könne, während doch die Erfahrung einen ſolchen unwiderleglich nachweiſe. Wir läugnen denſelben auch nicht, ob wir

gleich der Anſicht ſind, daß er weit beſchränkter ſei, als man ſich gewöhnlich einbildet, und daß namentlich die ſogenannte Pädagogik oder Erziehungskunſt der Schulmeiſter und Lehrer nur höchſt geringen Einfluß auf die körperliche wie geiſtige Entwickelung des Menſchen von jeher geübt hat. Der Menſch iſt vor allen anderen ein geſelliges Thier, darauf angewieſen, in größeren Gemeinſchaften zu leben und in dem Kindesalter durch den Trieb der Nachahmung ſich zu dieſer Geſelligkeit heranzubilden. Deshalb ſehen wir das Kind allmählich nicht nur die äußeren Gewohnheiten, ſondern auch die geiſtigen Gewohnheiten des Kreiſes annehmen, in welchem es ſich befindet; — es gewöhnt ſich an denſelben Ideengang, dieſelbe Art von Schlußfolgen, dieſelbe Anſchauungsweiſe ſämmtlicher Dinge, wie diejenigen ſie beſitzen, nach welchen es ſich modelt. Dieſe Annahme von Andern wird freilich ſehr modificirt durch die urſprünglichen Anlagen des Kindes. Je mehr dieſe den Gewohnheiten des Kreiſes, in welchen das Kind lebt, entſprechen, deſto leichter wird es ſich dieſelben aneignen, indem ſchon die natürliche Entwickelung der Anlagen zu dieſer Annahme hinleitet; im entgegengeſetzten Falle wird es in ſeiner Entwickelung gehemmt werden, ſobald die Gewohnheiten und Anſichten der Umgebung ſeinen Anlagen zu ſchroff entgegen ſtehen. Deshalb iſt das Aufwachſen in der Familie ſelbſt, in der Geſellſchaft der Erzeuger, ein ſo weſentliches Erforderniß zur normalen Entwickelung des Kindes, zur gehörigen Ausbildung derjenigen Anlagen, welche ihm durch die Zeugung von Vater und Mutter eingepflanzt wurden. Aus demſelben Grunde aber iſt auch die Abſchließung in der Familie das vortrefflichſte Mittel, um die einſeitige Entwickelung der geiſtigen und körperlichen Eigenthümlichkeiten auf die Spitze zu treiben und dadurch die Raſſe zu verderben. Das Leben in der engeren Familie ſoll die Anlagen zur Reife bringen, welche die Zeugung in das Kind legte; der Umgang mit Andern, mit Andersgeſinnten ſoll die einſeitige Entwickelung dieſer Anlagen verhindern. Die Iſolirung hat ſich von jeher gerächt an denjenigen, welche ſich dieſelbe aufbürdeten, und wenn das unbeſtreitbare geiſtige Verkommen des

Adels und derjenigen Familien, welche in der Geſellſchaft noch höheren Rang einnehmen, einen Grund hat, ſo iſt es ſicher dies Verbrechen an der geſelligen Natur des Menſchen, welches dieſe bevorzugten Familien durch Iſolirung ihrer Kinder im jüngeren Alter begehen.

Es iſt leicht einzuſehen, warum gerade der Umgang, die gewöhnliche Beſchäftigung mit dieſen oder jenen geiſtigen Thätigkeiten auch auf dieſelben bildend zurückwirkt. Jedes Organ im Körper, ſei es welches es wolle, kann durch Uebung geſtärkt, vervollkommnet und ſelbſt einſeitig ausgebildet werden. Es ſteht vollkommen in unſerer Gewalt, einem ſonſt geſunden Kinde ſtarke Beine oder ſtarke Arme zu geben, je nachdem wir durch Uebung der Muskeln dieſelben ſtählen. Nicht nur allſeitige Ausübung der Muskelkraft, ſondern auch jede einſeitige Ausbildung dieſes oder jenes Muskels, oder einer ganzen Reihe von Muskeln, iſt möglich. Daſſelbe aber können wir für die inneren Organe erreichen. Wir ſind im Stande, durch beſondere Nahrung nicht nur Fettablagerung oder Magerkeit zu bewirken, ſondern auch einſeitige Ausbildung einzelner Organe. Wenn auch dieſe Verſuche nicht bei Menſchen gemacht werden, ſo ſind ſie doch bei Thieren nicht ungewöhnlich, und wir wiſſen z. B. recht gut, wie wir eine Gans nähren müſſen, um ihre Leber abnorm zu vergrößern. Das Gehirn iſt von dieſem Geſetze nicht ausgeſchloſſen; die Uebung einzelner Funktionen deſſelben trägt auch zur Ausbildung des materiellen Subſtrates bei, und ſo kann auch die einſeitige Ausbildung beſtimmter Geiſtesthätigkeiten ſehr wohl von außen her angeregt werden. Es liegt vollkommen in unſerer Macht, ein weiches Gemüth zur Schwärmerei oder zur Melancholie, einen ſelbſtſtändigen Geiſt zum Hochmuth und zum Stolze zu leiten. Darin liegt denn auch die Macht, welche die Erziehung über die geiſtige Bildung ausüben kann. Ich glaube, daß man aus phyſiologiſchen Prinzipien die Möglichkeit läugnen muß, dieſe oder jene geiſtige Anlage auszurotten, da ihr materielles Subſtrat einmal vorhanden iſt, das ſich nicht wegſchaffen läßt. Eben ſo wenig läßt ſich einem Kinde, das eine platte

oder aufgestülpte Nase erhalten soll, eine Adlernase anerziehen. Wenn daher Erzieher und Schulmeister sich brüsten, daß sie den Kindern edle Gefühle einflößen könnten, so kann man solche Selbstüberschätzung nur mit einem mitleidigen Lächeln abfertigen, und wenn dies gar während einiger Tagesstunden in der Schule, gelegentlich beim Lesen- und Schreibenlernen geschehen soll, so ist die Behauptung vollends kindisch zu nennen.

Eine wesentliche Epoche in dem kindlichen Leben ist diejenige, in welcher durch das Hervorbrechen der Zähne der werdende Mensch zu festerer Nahrung angewiesen wird, wo die Natur selbst nachweist, daß die Muttermilch nicht mehr zu dem raschen Wachsthume der Organe hinreicht. Die Gestalt der Milchzähne weist sicher darauf hin, daß das Kind wesentlich Fleischnahrung bedarf, das heißt mit anderen Worten, Proteïnsubstanzen, welche zum Aufbau besonders des Muskelfleisches verwendet werden. Die Glieder des Säuglings sind verhältnißmäßig noch sehr klein und unentwickelt, besonders dem ungestalten Kopfe gegenüber, in welchem wieder der blasenförmige runde Schädel ein bedeutendes Uebergewicht zeigt. Die Tendenz der bildenden Thätigkeit im Kindesalter geht deshalb wesentlich auf die Entwickelung der Extremitäten, die verhältnißmäßig weit mehr wachsen, als der Kopf, dessen äußerer Umfang weniger zunimmt, als sich seine inneren Theile ausbilden. Die Energie der Athemfunktion, sowie der verschiedenen Sekretionen, steht noch nicht in dem Verhältniß wie später; es werden, auch in Beziehung zu dem Körpergewichte, weniger Kohlensäure, weniger feste Stoffe in dem Urine entleert, als in dem Mannesalter, aus dem einfachen Grunde, weil Einnahme und Ausgabe nicht mit einander im Gleichgewicht stehen, sondern erstere bedeutend überwiegt und der Körper schnell an Masse und Gewicht zunimmt. Es ist deshalb ein großer Fehler, wenn die Nahrung des Kindes und des wachsenden Jünglings so eingerichtet wird, daß mehr die Athemfunktion und die Fettproduktion begünstigt wird, als die Assimilirung von Proteïnsubstanzen. Die mehligen Nahrungsmittel, welche hauptsächlich nur Stärke und Zucker

dem Organismus zuführen, sind deshalb als Basis der Nahrung für das Kindesalter durchaus zu verwerfen und nur in solcher Menge zu geben, als dies für die Erhaltung der Athemfunktion nöthig ist. Dagegen ist ein wesentliches Bedürfniß Zuführung von Kalk und Phosphorsäure in der Nahrung, um das Skelett gehörig ausbilden zu können, das rasch wächst und ohne diese Zufuhr seine Knochensubstanz nicht gehörig ausbilden kann. Die Sekretionen des Säuglings und Kindes, besonders der Urin, enthalten keinen phosphorsauren Kalk, wie bei dem Erwachsenen, und die unglücklichen Kinder, welche an der englischen Krankheit, der Rhachitis, leiden und den zur Knochenbildung bestimmten Kalk durch den Harn verlieren, ersetzen diesen Verlust durch Picken und Bohren an Kalkmauern, durch Verschlucken von Mörtel, wozu ein unwiderstehlicher Trieb sie verleitet.

Wenn es Aufgabe der Physiologie ist, zu erforschen, welches die Funktionen des Körpers seien, so gehört sicher auch in den Kreis ihrer Beschäftigungen die Untersuchung der Art und Weise, wie diese Funktionen gekräftigt und namentlich im unselbstständigen Lebensalter normal eingerichtet werden können. Es erweist sich nun hier als wesentliches Bedürfniß des Kindesalters: thätige Uebung der Muskelkraft in jeder Art und Beförderung der normalen Blutcirculation, welche leicht durch den Bildungsproceß des Gehirnes, durch Vermehrung des Athembedürfnisses, eine abnorme Richtung nach Kopf und Brust nimmt. Die häufigen Hirnwassersuchten, Luftröhren- und Lungenentzündungen, sind wesentlich in dieser abnormen Zuleitung des Blutes nach dem oberen Theile des Körpers zu suchen. Diese abnorme Zuleitung begünstigt man aber durch möglichst warme Bedeckung des Kopfes, Einwickeln und Einschnüren des Oberkörpers und, diesem entgegengesetzt, durch Entblößung der Beine. Man beruft sich auf die Bauernkinder, die selbst im Winter in bloßen Beinen herumlaufen und doch gesund sind. Vollkommen wahr! Allein sie laufen auch herum, und zwar im bloßen Kopfe und oft nur sehr nothdürftig am Körper bedeckt. Das

ſtubenhockende Kindergeſchlecht aber, das man engliſcher Mode zu Liebe einmal des Tages mit bloßen Beinen ſpazieren führt, das ſonſt ſitzen und wohlerzogen ſein muß, dem man Kopf, Bruſt und Hals über und über einhüllt, wie ſoll das ſich normal entwickeln?

In geiſtiger Beziehung herrſcht dieſelbe Unvernunft, daſſelbe Syſtem, das hier einſchnürt und dort unbedeckt läßt. Das Kind will unterhalten, es will belehrt ſein. Aber es ſind nicht Sprachformen und grammatikaliſche Schwierigkeiten, die ſeine Neugierde reizen, ſondern die Gegenſtände der Außenwelt, die Handlungen der Umgebungen; alle Eindrücke, welche ſeine Sinne treffen, möchte es ſich klar machen, ihr Warum? erforſchen, von Aelteren darüber Auskunft haben. An dieſe unmittelbaren Eindrücke ſeiner Sinne knüpft das Kind ſeine ſelbſtſtändigen Produktionen, die wir Spiele der Phantaſie zu nennen belieben, und worin es, ſeiner unzuſammenhängenden Denkweiſe gemäß, das Erlebte, Empfundene zu nur ihm verſtändlichen Bildern zuſammenfaßt, die uns älteren Laufchern etwa wie Träume unſeres eigenen Gehirnes entgegen treten. Statt dieſe urſprüngliche Neugierde über natürliche Dinge zu befriedigen, Statt ihr Nahrung zu geben durch vernünftige Erklärung der Gründe, welche das Kind wiſſen will, ſchlägt man dieſen urſprünglichen Trieb entweder mit Sprachkeulen nieder, oder man lenkt ihn auf jämmerliche Nebenwege, die meiſt nur da ſind, um die eigene Unwiſſenheit zu beſchönigen. Daher denn dieſer Wahnwitz, die Kinder im ſechsten Jahre, im fünften ſchon Latein anfangen zu laſſen; daher dieſer Unverſtand, der die Naturwiſſenſchaften nicht für bildend hält, ſondern ihnen nur den Werth eines Gedächtnißkrames einräumt, den man erſt ſo ſpät als möglich einpfropfen müſſe. Das Kind will wiſſen, warum es donnert und blitzt, weshalb das Waſſer den Berg nicht hinauf fließt, und aus welchem Grunde es heute regnet und morgen die Sonne ſcheint; Statt ihm hierfür Erklärungen zu geben, ſagt man: „der liebe Gott hat's gemacht“, oder man weist es an ſeine lateiniſche Declination.

Der Eintritt der Mannbarkeit bezeichnet den Beginn derjenigen Periode des Lebens, in welcher das Wachsthum des Körpers aufhört, die einzelnen Funktionen ſich ins Gleichgewicht ſetzen und, als höchſte Blüthe derſelben, die Zeugungsfunktion ausgeübt werden kann. Jedermann weiß, daß äußere Zeichen dieſen Eintritt der Mannbarkeit angeben; bei dem männlichen Geſchlechte das Hervorſproſſen der Barthaare, die Erweiterung des Kehlkopfes und die daraus bewirkte Aenderung der Stimme. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieſe mit dem Eintritt der Geſchlechtsfunktion in dem engſten Zuſammenhange ſteht, weshalb ſie bei Caſtraten nicht erfolgt. Bei dem weiblichen Geſchlechte iſt es namentlich die Rundung des Buſens, welche den Eintritt der Regeln und ſomit die geſchlechtliche Reife ankündigt. Auffallendere äußere Zeichen dieſer erſten Ausſtoßung von befruchtungsfähigen Eiern fehlen bei dem weiblichen Geſchlechte mehr, als bei dem männlichen, da die Stimme, wenn ſie auch voller und klangreicher wird, doch nicht jene krähende Uebergangsperiode beſteht, wie bei dem Manne.

Es liegt nicht in unſerer Abſicht, hier längere Schilderungen zu geben von der Veredelung des Geſchlechtstriebes durch die Liebe, von dem Einfluſſe, den die Geſchlechtlichkeit überhaupt auf das ganze Leben ausübt. Nicht als ob wir dieſe Schilderungen der Phyſiologie entrückt glaubten; — allein der Umfang dieſer Briefe iſt ſchon zu groß geworden, um Dinge, die einem Jeden bekannt ſind, hier zu wiederholen. Wohl aber ſei es uns geſtattet, noch einiges über das Greiſenalter und über den Tod hier anzufügen, da man über dieſe Dinge weniger übereinſtimmend denkt.

Jeder Organismus beſchreibt einen gewiſſen Kreislauf von ſeiner erſten Entſtehung bis zu ſeiner endlichen Vernichtung; er erreicht eine Lebenshöhe, auf welcher ſeine Funktionen in allgemeinem Einklange ſtehen, von welcher er dann wieder abwärts geht. Dieſe Lebenshöhe findet ſich in ſehr ungleichen Abſchnitten der zeitlichen Dauer des Organismus überhaupt; ſie hat ſelbſt nur ſehr abwechſelnde Länge des Beſtandes. Schmetterlinge

können Jahrelang als Raupe und Puppe zubringen, um nur wenige Tage in vollkommenem Zustande zu sein und unmittelbar nachher dem Tode zu verfallen. Hier ist also die Höhe des Lebens ganz an das Ende desselben gerückt. Bei andern Thieren liegt sie mehr im Anfange. Wer wollte es läugnen, daß sie bei den Rankenfüßern z. B. in der Jugend liegt, wo das Thier frei umherschwimmt, mit Augen versehen ist, einen wohlgesonderten Kopf und gegliederte Bewegungsorgane hat, während das alte Thier festsitzt, keinen Kopf, keine Augen und verschrumpfte Füße besitzt? Man hat in diesem Falle, wo das Leben schnell zurücksinkt von seiner Höhe, dann aber sich in niederem Stande lange fortspinnt, von rückschreitender Metamorphose gesprochen. Jedes Thier, jeder Organismus aber hat seine rückschreitende Metamorphose, die ihn dem Tode entgegenführt, und in denjenigen Thieren, welche dem Menschen am nächsten stehen, den Affen, hat man sie auf das Ueberzeugendste nachgewiesen. Bei diesen beginnt sie schon mit dem Mannesalter; — in gleichem Maße als der Kiefer länger wird, der Schädel seine runde Gestalt verliert und der ganze Kopf von der Menschenähnlichkeit, die der junge Affe besaß, herabsinkt, wird auch das Thier selbst dummer, wilder, in allen seinen geistigen Eigenschaften bornirter und unverträglicher.

Wenn hier die Höhe des Lebens schon während der Mannbarkeit vorübergeht, so ist sie dagegen bei dem Menschen mit dieser selbst verknüpft, und beginnt zu sinken, sobald die geschlechtliche Funktion aufhört. Ob dies früher oder später eintrete, ist vollkommen gleichgültig; die Zahl der Jahre macht hier Nichts zur Sache; wenn man von Thomas Parre erzählt, er habe bis in das 140ste Altersjahr seinen ehelichen Pflichten getreulich nachkommen können, so fing für diesen ganz besonders beglückten Sterblichen das Greisenalter erst nach dieser späten Zeit an. Die Ernährung sinkt während des Greisenalters allmählich; so wie sämmtliche Funktionen des Körpers nach und nach in ihrer Energie nachlassen und einer allmählichen Vernichtung entgegen gehen, so sinken auch die Geistesthätigkeiten allmählich von der

Höhe der Intelligenz herab. Wenn Lichtenberg von seinem eigenen Greisenalter sagt: „Ich stecke jetzt meine ganze Thätigkeit auf's Profitchen, Kohlen sind noch da, aber keine Flamme. Wenn ich ehedem in meinem Kopfe nach Gedanken und Einfällen fischte, so fing ich immer etwas; — jetzt kommen die Fische nicht mehr so; — sie fangen an, sich auf dem Grunde zu versteinern und ich muß sie heraushauen; zuweilen bekomme ich sie nur stückweise heraus, wie die Versteinerungen von Monte Bolca, und flicke dann aus den Stücken etwas zusammen.“ — Wenn Lichtenberg das von sich selbst sagt, so malt er damit in wenigen treffenden Zügen die Eigenthümlichkeiten des geistigen Lebens im Greisenalter. Die Zugänglichkeit von Außen, wie die Produktivität von Innen gehen bei dem Greise zu Grunde, und nach und nach erlischt eine Fähigkeit des Geistes nach der andern, bis dem völligen Stumpfsinne der Tod ein Ende macht.

Die Ehrfurcht, welche das Alter jedem sittlich gebildeten Menschen einflößt, hat von jeher verleitet, dasselbe als die höchste Blüthezeit der Intelligenz anzusehen. Wenn man diese Blüthe im Zurücktreten der Leidenschaften, in der Unempfindlichkeit gegen äußere Eindrücke, in dem Mangel höheren Schwunges, in der Flachheit der geistigen Produktionen, in dem Widerstande gegen jeden Fortschritt sieht; so mag dem Alter wohl die Weisheit gegönnt werden, die man ihm damit zuschreibt. Der Greis schließt sich starr in seinen Ansichten und Meinungen ab; hat er in der Wissenschaft, in höheren geistigen Regionen sich beschäftigt, so ist er nicht nur nicht mehr fähig, deren Fortschritt zu fördern, sondern er faßt diesen Fortschritt auch nicht und beklagt sich, daß man zurückgehe. In der Regel versagt er mißtrauisch allem Neuen die Anerkennung; wo er aber dasselbe noch aufnimmt, da fühlt er nicht die neuen Richtungen, die sich anbahnen, da erfaßt er nicht die Veränderungen, welche in der Wissenschaft sich verbreiten und dieselbe umschaffen; — er findet im Gegentheile, daß er Alles schon seit langer Zeit wußte, oder daß mit allen neuen Thatsachen keine neue Richtung angebahnt werde, sondern das Ganze im alten Geleise bleiben müsse. Was die

geiſtige Produktionskraft betrifft, ſo kann man ohne Unrecht behaupten, daß die ſämmtlichen Produktionen von Greiſen vernichtet werden könnten, ohne den mindeſten Schaden für Wiſſenſchaften und Künſte im weiteſten Sinne des Wortes.

Der nothwendige Tod macht dieſer rückſchreitenden Metamorphoſe des Körpers und ſeiner geiſtigen Funktionen ein Ende. Nicht ein beſonderer krankhafter Zuſtand bedingt ihn, ſondern eine gleichmäßige Abnahme der Lebensenergie aller Organe, die freilich meiſt in dieſem oder jenem ſpeziellen Organe eine tödtende Krankheit hervorruft.

Bis dahin begleitet die Phyſiologie den Organismus, mit der Vernichtung deſſelben hört auch ſie auf.

Einunddreißigster Brief.

Statistische Physiologie.

Dem Geometer, der die Oberfläche der Erde von der Höhe seines absoluten Standpunktes als ein Ganzes betrachtet, verschwinden die Berge und Thäler, die Erhöhungen und Vertiefungen. Eine einzige gleichmäßig gekrümmte Fläche schlingt sich für ihn um den Erdenball herum, an dem riesige Gebirge nur wie winzige Sandkörner erscheinen. Erst als man den Höhenpunkt der mathematischen Spekulation erklommen hatte, von dem aus die Unebenheiten des Reliefs verschwinden und ein allgemeines Niveau hergestellt wird; erst dann konnte man zu der Abstraction der mittleren Erdgestalt, zu der Berechnung ihrer Durchmesser, ihrer Größe, ihres Volums, zur Bestimmung ihrer astronomischen Verhältnisse zu den übrigen Sternen fortschreiten.

Die Gesellschaft verlangt eine ähnliche Betrachtungsweise. Der Blick des einzelnen Beobachters wird durch die einzelne Thatsache, durch die hervorstechende Persönlichkeit gefesselt; was die Meisten Erfahrung nennen, ist gewöhnlich die Uebertragung solcher einzelner, besonders vorragender und darum auch abnormer und außergewöhnlicher Thatsachen und Individualitäten auf das Ganze der Gesellschaft, die dadurch mit eingebildeten Eigenschaften ausgestattet wird, die ihr in keiner Weise angehören. Wenn es sich aber darum handelt, allgemeine Normen aufzufinden, welche für die Gesellschaft im Ganzen passen, so muß man verfahren wie die Geometer und auf die Massen das Augenmerk richten. Je größer die Massen, je zahlreicher die Thatsachen, die man vergleicht und aus denen man die Resultate

zieht, desto mehr verschwinden die Einzelheiten, die Individuen, die besonderen Eigenthümlichkeiten, und desto mehr tritt ein Mittelwerth hervor, der als allgemeines Gesetz sich geltend macht. Dieser Mittelwerth ist freilich eine reine Abstraktion — es ist möglich, daß von tausend und aber tausend Faktoren, die ihn zusammensetzen, auch nicht ein einziger wirklich genau mit ihm übereinstimmt —; aber nichts desto weniger zeigt dieser Mittelwerth die Linie, um welche herum die sämmtlichen Faktoren in nächster Nähe sich gruppiren. So kann man denn auch aus der Betrachtung vieler Individuen, die unter sich wieder ähnlich sind in Beziehung auf den Punkt, den man untersuchen will, eine Mittelzahl für gewisse Werthe erhalten, welche die Norm für diesen Werth angiebt. Je mehr Individuen zu einer solchen Untersuchung dienen, je weiter der Raum ausgedehnt ist, auf den sich die Beobachtungen beziehen; desto genauer wird die erhaltene Mittelzahl sein, desto mehr wird sie dem wirklichen Gesetze sich annähern, desto mehr auch für neu hinzukommende Fälle die Normalzahl darstellen. Der Beobachter z. B., welcher nur den Kreis seiner Bekannten benutzen kann, um durch Messung der Körperlänge im Alter von zwanzig Jahren die mittlere Körpergröße festzustellen, wird weit größeren Irrthümern ausgesetzt sein, als Derjenige, welcher die Rekrutenlisten eines Landes vergleicht. Der Eine hat vielleicht nur Städtebewohner, vielleicht nur Individuen eines besonderen Standes untersuchen können, die in besonderen Eigenthümlichkeiten übereinkommen, so daß seine Mittelzahl zu groß oder zu klein ausfällt. Bei dem Andern fallen diese Fehler weg, denn seine Beobachtungen umfassen alle Bewohner eines großen Landes im Alter von zwanzig Jahren. Seine Mittelzahl wird sich mehr der Wahrheit nähern, ohne sie indeß vollständig darzustellen. Denn der Engländer ist im Durchschnitte etwas größer, als der Franzose; der Nordländer meist höher gewachsen, als der Südländer; die germanische Rasse größer, als die keltische oder die romanische. Erst Derjenige, welcher die Rekrutenlisten sämmtlicher Bewohner der Erde (wenn solche unglücklicher Weise existirten) berechnen könnte,

würde die wahre Mittelzahl erhalten: alle übrigen aber nähern ſich um ſo mehr dieſer Wahrheit, je größere Mengen ſie umfaſſen.

So geht denn aus ſolchen Unterſuchungen, welche auf die verſchiedenſten Verhältniſſe ausgedehnt werden können, ein idealer Mittelwerth hervor, welchen man den mittleren Menſchen genannt hat. Dieſer mittlere Menſch hat niemals exiſtirt und wird niemals exiſtiren: er iſt eine ideelle Größe, ein Mittelwerth, abſtrahirt aus dem Einzelnen; aber er iſt zugleich die Norm des Menſchen in ſeiner zeitlichen Entwickelung auf der Erde. Wir können beſtimmen, wie groß dieſer mittlere Menſch in einem gewiſſen Alter iſt, wie oft ſein Herz ſchlägt und ſeine Lunge athmet, welche Kraft er entwickeln kann, welches Volum, welche Größe ſeine einzelnen Organe und Theile haben. Dieſer mittlere Menſch, ſo wie er die Norm iſt, ſtellt auch zugleich das äſthetiſche Ideal dar, in welchem alle Organe gleichmäßig entwickelt ſind und in harmoniſcher Uebereinſtimmung ſich befinden. Unbewußt meiſtens wendet man dieſe Norm auf die Beurtheilung der Darſtellungen der menſchlichen Geſtalt an. Der Maler oder Bildhauer, welcher ſich eine Abweichung von der normalen Länge des Armes zu Schulden kommen ließe, die nur ein Zwanzigſtel dieſer Länge betrüge, würde ſicher der Kritik verfallen, und eine bedeutendere Abweichung würde unzweifelhaft einem Jeden als grober Fehler erſcheinen.

Der mittlere Menſch geht ſomit aus der Betrachtung der Geſellſchaft in Maſſe hervor. Seine Beziehungen zu der Geſellſchaft, ſeine Veränderung durch die Geſellſchaft, durch die übrigen äußeren Einflüſſe, ſind Gegenſtand derſelben Betrachtungsweiſe. Die Zahl der Geburten und Sterbfälle, der Heirathen und Verbrechen unterliegen ebenfalls einer ſicheren, faſt unveränderlichen Norm, die von dem jedesmaligen Stande der Geſellſchaft, ſo wie von äußeren, vom Menſchen unabhängigen Einflüſſen abhängt. Die Bedingungen des geſelligen mittleren Menſchen ändern ſich vielfach im Laufe der Zeit und mit ihnen das aus ihnen gezogene Reſultat. Die mittlere Lebensdauer, die

Verhältnißzahl der Todesfälle und der Geburten, werden verändert durch Anhäufung der Bevölkerung an größeren Centralpunkten, durch veränderte Lebensweise, veränderte Nahrung, veränderte Beschäftigung. Mißerndten, kalte Winter, heiße Sommer, Sümpfe, Ausdünstungen und eine Menge anderer, vom Willen der Menschen unabhängige Agentien können eingreifende Wirkungen äußern. Je weiter umfassend in Bezug auf Zeit und Raum die Faktoren sind, die man in die Berechnung zieht, desto mehr verschwinden diese Wirkungen, während sie im umgekehrten Falle um so sichtbarer hervortreten.

Nicht nur die rein materielle, auch die geistige Sphäre des Menschen läßt sich in gleicher Weise betrachten und liefert ähnliche Ergebnisse. Freilich sind hier die Schwierigkeiten der Untersuchung größer, da man nur solche Handlungen ihr unterwerfen kann, die zu der Gesellschaft selbst in einer gewissen Beziehung stehen und deshalb von dieser auch überwacht und einregistrirt werden, wie Verbrechen, Heirathen, oder Productionen solcher Art, die eine bleibende Spur hinterlassen. Das Resultat aber ist um so glänzender und liefert einen schönen Beweis für die Wahrheit der Sätze, die wir oben aus der Physiologie der Seelenthätigkeiten ableiteten. Je mehr scheinbar diese Handlungen von dem freien Willen des Einzelnen abhängen, desto mehr sind sie unter ein in engen Gränzen sich haltendes Gesetz gebeugt, das dem sogenannten freien Willen seinen kategorischen Imperativ zuherrscht. Der gesellige mittlere Mensch, wie ihn seine geistigen Productionen, seine Handlungen hinstellen, hat keinen freien Willen mehr, sondern gehorcht dem unabänderlichen Gesetze, das aus seiner Organisation hervorgeht. Das ist eine Seite der Forschung, die noch bei Weitem zu wenig erfaßt und bearbeitet worden ist. Man fühlt ihr Resultat mehr, als man sich desselben klar bewußt ist. Die ältere Geschichtschreibung hielt sich an die vorragenden Persönlichkeiten und Thatsachen; die Erforschung der inneren Zustände, der langsamen Entwickelung der Massen ist eine Aufgabe der neueren Zeit geworden. Diese Seite der Geschichtsforschung sucht

zu ergründen, wie sich der mittlere geistige Mensch, der keinen freien Willen besitzt, im Laufe der Zeit entwickelt hat und welchen in der Organisation begründeten Gesetzen diese Entwickelung gefolgt ist. Eine solche Forschung konnte erst dann angebahnt werden, als man die Wichtigkeit der Massenresultate einsehen gelernt hatte.

Verfolgen wir zuerst den mittleren Menschen in seiner individuellen Entwickelung durch das Leben hindurch. Schon bei der Geburt zeigt sich ein Unterschied zwischen beiden Geschlechtern in der Entwickelung des Körpers. Der neugeborene Knabe ist im Allgemeinen um $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ schwerer und um $\frac{1}{67}$ bis $\frac{1}{30}$ länger, als das neugeborene Mädchen. Die neugeborenen Knaben wiegen nämlich im Durchschnitte 3,20 Kilogramm; die neugeborenen Mädchen 2,91 Kilogramm, und die neugeborenen Knaben messen 0,496 Meter, während die neugeborenen Mädchen 0,483 Meter messen. Unmittelbar nach der Geburt nimmt das Kind nur äußerst wenige Nahrung zu sich, und da in den ersten Tagen Ausleerungen bedeutender Mengen von Kindspech erfolgen, so nimmt es an Gewicht in den ersten drei Tagen ab. Dann aber steigt sein Gewicht mit rasender Schnelligkeit, während zugleich die Körperlänge ganz bedeutend zunimmt, so daß am Ende des ersten Jahres das Kind um zwei Fünftel länger geworden ist, als es bei der Geburt war. Das Wachsthum in die Länge erreicht schneller sein Ende, als die Zunahme des Gewichtes, indem ersteres schon zwischen 20 bis 30 Jahren gänzlich vollendet wird, während der Mann das Maximum seines Körpergewichtes um das vierzigste, die Frau dagegen um das fünfzigste Lebensjahr erreicht. Der Mann ist dann 3,37 mal länger und wiegt 20 mal schwerer als der neugeborene Knabe; die Frau dagegen ist nur 19 mal schwerer als das neugeborene Mädchen und nur 3,22 mal so lang. Setzt man das Körpergewicht des Neugeborenen gleich 1, so erhält man folgende Zahlen für die Massenentwickelung des Menschen während seiner Lebensdauer:

Jahr	Mann	Weib	Jahr	Mann	Weib
0	1,000	1,000	14	12,113	12,612
1	2,953	3,021	15	13,631	13,872
2	3,544	3,667	16	15,522	14,973
3	3,897	4,052	17	16,516	16,258
4	4,447	4,467	18	18,078	17,536
5	4,928	4,935	20	18,769	17,966
6	5,388	5,498	25	19,666	18,310
7	5,969	6,028	30	19,891	18,670
8	6,488	6,557	40	19,897	18,980
9	7,078	7,340	50	19,831	19,299
10	7,663	8,083	60	19,357	18,660
11	8,469	8,815	70	18,600	17,701
12	9,319	10,246	80	18,072	16,966
13	10,744	11,320	90	18,072	16,955

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Körpermasse fortwährend in dem Greisenalter sinkt, wenn auch in weniger bedeutendem Verhältniß, als sie während der Jugend zugenommen hat. Auch die Körperlänge nimmt in dem Greisenalter beständig ab, nachdem sie von dreißig bis fünfzig Jahren sich auf derselben Höhe erhalten hat.

Betrachtet man die geistige Entwickelung des mittleren Menschen, so zeigen sich übereinstimmende Resultate. Erst neuerlich bin ich von einem älteren Arzte darauf aufmerksam gemacht worden, daß in dem Greisenalter das Volumen des Schädels abnimmt, nicht allein, wie man glauben könnte, durch Vertrocknung der Kopfschwarte und Verminderung der Haare, sondern, wie Jener versicherte, durch wirkliche Verkleinerung des knöchernen Schädels. Kann es verwundern, wenn in Hinsicht der geistigen Produktionen dasselbe Verhältniß Statt findet und wenn das Sprüchwort : vieux soldat, vieille bête — auch auf die übrigen Stände seine Anwendung finden muß? Man hat die Entwickelung des dramatischen Talents dadurch klar zu machen gesucht, daß man die Produktionsjahre der Hauptwerke der englischen und französischen Bühne neben einander stellte und nach ihrem Werthe classificirte. Die besten Trauerspiele

fallen in die Lebensjahre zwiſchen 30 und 40; die beſten Luſtſpiele zwiſchen die Jahre 40 und 55; eine Erſcheinung, die ſich leicht erklärt, wenn man bedenkt, daß zu den Tragödien mehr Pathos, Einbildungskraft, Leidenſchaft und Sentimentalität; zu den Luſtſpielen dagegen größere Menſchenkenntniß, längere Beobachtung, kritiſche Schärfe gehören. Die dramatiſchen Werke aber, welche nach dem 55. Lebensjahre in England und Frankreich producirt wurden, gehören meiſtens zu demjenigen Schunde, der der Aufbewahrung nicht werth iſt, und verdanken ihre Erhaltung oft nur dem Namen, der durch frühere Leiſtungen berühmt geworden war. Man kann wohl auch, ohne in derſelben Weiſe, wie Quetelet, genauere Unterſuchungen über die deutſchen Schriftſteller anzuſtellen, den Satz auf dieſe ausdehnen, und ſomit, auf ſtatiſtiſche Gründe geſtützt, manchem Dichter ein Halt zurufen. Auch in den übrigen Künſten und Wiſſenſchaften findet man daſſelbe Verhältniß wiederholt. Die philoſophiſchen Syſteme, welche mächtig in den Gang der Wiſſenſchaften eingriffen, die gewaltigen Umwandlungen, welche von Einzelnen in Religion, Sitten und Gebräuchen hervorgebracht wurden, die großartigen Erfindungen und Verbeſſerungen, die in Künſten und Gewerben einen Umſchwung hervorriefen, gehen alle von Männern aus, welche das Blüthenalter der körperlichen und geiſtigen Entwickelung nicht überſchritten hatten. Die Thätigkeit des höheren Alters beſchränkt ſich bei den Bevorzugten auf Sammlung und Ausarbeitung der Entwürfe und der Gedanken, welche in dem jüngeren Alter zuerſt gefaßt wurden, während ſie bei dem minder Bevorzugten gänzlich zurückſinkt, oder ſelbſt eine verderbliche Richtung einſchlägt. So finden wir, daß Newton ſchon zu 24 Jahren die Differenzialrechnung erfand, im kräftigen Blüthenalter ſeine darauf baſirten Unterſuchungen fortſetzend die Theorie der Schwere feſtſtellte, ſpäter aber nichtsnutzigen theologiſchen Kram ſchrieb, der jetzt längſt vergeſſen iſt und ſeine frühere Thätigkeit förmlich verdammte. Lagrange bearbeitete ſchon zu 18 Jahren die Variationsrechnung; Raphael hatte in dem

30. Jahre seine sämmtlichen Compositionen ausgearbeitet und Mozart in demselben Lebensalter seine trefflichsten Werke geliefert. Christus, Schelling und Feuerbach können als Beweise desselben Satzes in den philosophischen Wissenschaften, Alexander der Große und Napoleon in der Sphäre der Feldherren, Arkwright und Jacquard in derjenigen der Erfinder dienen. Ueberall begegnen wir demselben Gesetze: daß die geistige Produktionsfähigkeit mit der körperlichen erlischt und das höhere Alter demnach hinsichtlich seines Gehirnes eben so abnimmt, wie hinsichtlich seiner übrigen Körperorgane.

In Beziehung auf die Gesellschaft sind die wichtigsten Verhältnisse diejenigen, welche sich auf die Sterblichkeit beziehen. Wir führten schon an, daß in allen größeren Ländern mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und daß im Mittel für Europa, so weit man die Bevölkerungslisten vergleichen konnte, 106 Knaben auf 100 Mädchen geboren werden. Eben so erwähnten wir schon, daß dies Verhältniß hauptsächlich in dem Altersunterschiede der Zeugenden begründet ist, und daß in denjenigen Staaten, wo klimatische oder staatliche Verhältnisse den Mann erst spät zum Heirathen kommen lassen, die Zahl der neugeborenen Knaben auch um so größer ausfällt; deshalb finden wir in Rußland nahezu 109 Knaben auf 100 Mädchen; in Frankreich, den Niederlanden, Oestreich und Preußen etwa die Mittelzahl, in Würtemberg und Rheinpreußen, namentlich aber in England, etwas unter der Mittelzahl, nämlich nur 104 bis 105 Knaben auf 100 Mädchen. Auch erklärt sich aus demselben Umstande die Erscheinung, daß in den legitimen Ehen, zu deren Schließung der Mann sich erst eine gewisse Stellung in der Gesellschaft erobert haben muß, das Uebergewicht der Knaben bedeutender ausfällt, als bei den unehelichen Geburten, zu welchen meistens die Liebe gleichalteriger Zeugenden zusammenwirkt. In dem ersten Jahre schon gleicht sich indeß das Mißverhältniß zwischen den beiden Geschlechtern aus, indem verhältnißmäßig mehr Knaben todtgeboren werden und auch eine

größere Verhältnißzahl männlicher Säuglinge im ersten Lebensjahre stirbt.

In dem ersten Lebensjahre ist die Sterblichkeit am Bedeutendsten. Der Uebergang aus dem fötalen Leben in das Säuglingsleben bedarf einer solchen Menge durchgreifender organischer Veränderungen, der Säugling selbst einer so großen Sorgfalt für die Erhaltung seiner sämmtlichen Funktionen, daß es nicht verwundern darf, wenn in den ersten Lebensmonaten in den civilisirten Gegenden etwa ⅓, in Rußland dagegen mehr als die Hälfte der Neugeborenen dahinstirbt. Hat der Säugling einmal das erste Lebensjahr überschritten, so sind die Gefahren, die ihm drohen, bei weitem verringert, und in einem Alter von 5 Jahren ist das Kind so weit gelangt, daß es am wenigsten ausgesetzt ist. Es ist demnach weit wahrscheinlicher, daß ein Kind von 5 Jahren noch mehr Jahre am Leben bleiben wird, als ein Neugeborenes, das diese kritische Periode noch nicht durchlebt hat. Untersucht man, wie viele Individuen von einer bestimmten Anzahl Geborener in einem gewissen Alter noch am Leben sind, so erhält man Zahlen, die man der Berechnung der wahrscheinlichen Lebensdauer zu Grunde legen kann, eine Berechnung, die besonders für Tontinen, Lebensversicherungsanstalten und ähnliche Unternehmungen von der größten Wichtigkeit ist. Wir geben hier eine Uebersicht der Anzahl von Individuen, welche von 10000 Geborenen zu gewissen Altern noch am Leben sind.

Alter in Jahren	Preußen nach Hoffmann (1826—1834)	Belgien nach Quetelet	Canton Bern nach Schneider
1	7506	7753	7782
10	5310	5826	6982
20	4852	5345	6559
30	4303	4676	6033
40	3748	4089	5446
50	3078	3479	4686
60	2264	2724	3680
70	1242	1702	2096
80	399	587	591
90	51	68	23

Außerordentlichen Einfluß auf die Sterblichkeitsverhältniſſe haben die Nebenumſtände, die auf äußeren Einwirkungen beruhen. Reichthum oder Armuth ſtehen hier in erſter Linie, namentlich bei dem Kindesalter, das der ſorgſamen Pflege bedarf. In Paris hat man bei Vergleichung der Todtenliſten aus den verſchiedenen Stadtvierteln gefunden, daß in den wohlhabenden und reichen Quartieren auf 100 Todte 32 Kinder kamen, in den armen Stadtvierteln dagegen unter eben ſo viel Todten 59 Kinder ſich befanden. In Berlin ſtellte ſich das Verhältniß noch erſchreckender heraus : — unter 100 Todten aus armen Familien waren 34 Kinder unter 5 Jahren, während für eben ſo viel Todte aus vornehmen und reichen Familien nicht ganz ein Kind von dieſem Alter gerechnet werden konnte. Aber auch in den ſpäteren Lebensaltern macht ſich der Einfluß der Armuth geltend, wenn auch in geringerem Grade, da man wohl ſagen muß, daß derjenige Organismus, der durch die Gefahren der erſten fünf Jahre ſich durchgekämpft hat, eine bedeutende Zähigkeit haben muß. Die ärmſten Stände in Paris, wie Lumpenſammler, ſterben 10 Jahre früher aus, als die Reichen, von 25—80 Jahren iſt ihr Tribut an den Kirchhof verhältnißmäßig weit größer. Nur in demjenigen Lebensalter, wo der Reichthum die Vergeudung aller Jugendkräfte geſtattet, iſt auch die Sterblichkeit in den höheren Ständen derjenigen der Armen gleich. Der Arme, ſagt ein neuerer Schriftſteller, verliert nicht nur viele Annehmlichkeiten, ſondern auch eine Reihe von Jahren ſeines eigenen Lebens und desjenigen ſeiner Kinder. Der Fluch laſtet auf ihm von Anfang bis zu Ende; die Sichel des Todes trifft ihn und ſeine Nachkommenſchaft mit der vollen Schärfe, während die Reicheren nur wie durch Zufall erfaßt werden.

Der Beruf des Menſchen, ſein Stand und ſeine Beſchäftigung üben den größten Einfluß auf die Dauer des Lebens aus. Diejenigen Stände, welche in eingeſchloſſenen Räumen oder in jedem Wind und Wetter draußen arbeiten müſſen, die nur geringen Verdienſt haben und deren Schlaf öfter geſtört wird, haben eine geringere Lebensdauer, als diejenigen, bei welchen

weniger Sorge, weniger Arbeit und ungestörter Schlaf, nebst gemäßigtem und freiwilligem Aufenthalt im Freien vorhanden sind. Arbeitslosigkeit ist eine der ersten Bedingungen eines längeren Lebens, weshalb man denn auch in allen Ländern findet, daß die zum Faullenzerleben privilegirten Geistlichen die längste Lebensdauer besitzen, während die Aerzte, deren Nachtruhe häufig gestört wird, überall unter den studirten Ständen die kürzeste Lebensdauer haben. Riecke fand für die studirten Stände Würtembergs, daß katholische Geistliche am längsten leben; — nach ihnen unmittelbar folgen die evangelischen Geistlichen, dann die Staatsdiener, bei welchen freilich die Waagschale für die höheren Stellen günstiger ausfällt, als für die Subalternbeamten. Hierauf kommen die Forstbeamten, dann die mit Stunden überhäuften und schlecht bezahlten Schullehrer und endlich die Aerzte, welche die kürzeste Lebensdauer zeigen. Lombard in Genf zog aus den Todtenregistern von 1796—1830 sämmtliche über 16 Jahr alt Verstorbenen aus und ordnete sie nach den verschiedenen Ständen. Die mittlere Lebensdauer der 8488 Individuen, die er auf diese Weise seiner Berechnung unterzog, betrug 55 Jahre. Ueber diese Mittelzahl hinaus lebten folgende Stände: Zimmerleute, Gerber, Maurer und Uhrmacher 55 Jahre und ein Bruchtheil; Schenkwirthe 56 Jahre; Perückenmacher 57 Jahre; Holzhauer, Kaufleute, Gerichtsdiener und Gießer 59 Jahre; Gärtner und Weber 60 Jahre; Goldarbeiter und Subalternbeamte über 61½ Jahre; Großhändler 62 Jahre; reformirte Geistliche 64 Jahre; Capitalisten 66 Jahre; die höheren Beamten und Syndics der Republik sogar 69 Jahre; woraus man nach den oben festgestellten Grundsätzen über die geistige Entwickelung vielleicht den Schluß ziehen dürfte: daß Genf in der erwähnten Zeit nicht mit außergewöhnlicher Einsicht regiert wurde. Unter der mittleren Lebensdauer von 55 Jahren blieben Bettmacher, Bauern, Graveure, Hufschmiede, Drucker, Schuster, Schneider, Böttger und Aerzte, die höchstens 54 Jahre lebten; Fleischer 53 Jahre; Taglöhner, Uhrgehäusmacher und Kattundrucker 52 Jahre; Fuhrleute und Schreiber 51 Jahre; Bäcker,

Schreiner, Bijoutiers und Schiffer 49 Jahre; Emailleurs 48 Jahre; Schloſſer 47 Jahre; Lackirer 44 Jahre. Bei vielen dieſer Gewerbe iſt es die Noth, der unzureichende Lebensunterhalt, bei anderen die Schädlichkeit des Gewerbes ſelbſt, bei dem Metalldünſte oder ſonſtige ſchädliche Subſtanzen eingeathmet werden, was die mittlere Lebensdauer auf dieſe Weiſe herabdrückt.

Die Anhäufung der Menſchen in größeren Centralpunkten, wie z. B. in volkreichen Städten, häuft eine Menge von Sterblichkeitsurſachen, die auf dem Lande nicht exiſtiren. Jedermann weiß, welchen ſchädlichen Einfluß das Zuſammendrängen in engen Wohnungen ohne Luft und Licht, das Genießen verfälſchter, verdorbener Nahrung und eine Menge andere Dinge haben, die auf dem Lande entweder nicht vorhanden ſind, oder durch ihre Zerſtreuung keine weſentliche Wirkung üben können. Auch hier ſtellt ſich die größere Schädlichkeit in den früheren Lebensjahren heraus, ſo daß das ſpätere Lebensalter ſogar vortheilhaftere Bedingungen in den Städten findet. Am Verderblichſten iſt die Anhäufung größerer Fabriken, wie man daraus erſehen kann, daß in Mühlhauſen in den Jahren 1823 — 1834 die wahrſcheinliche Lebensdauer der Neugeborenen nur 7½ Jahr betrug, während ſie für das ganze Departement des Oberrheins zwar auch noch, der vielen Fabrikorte wegen, ſehr ungünſtig ausfiel, aber doch durch die Beimiſchung einer größeren Landbevölkerung bis auf 13½ Jahr ſtieg. Und ſo können wir denn wohl als Reſultat unſerer ganzen Unterſuchung bezeichnen: daß überall, wo größere Anhäufung und Mangel der materiellen Bedürfniſſe und angeſtrengte Arbeit zuſammenwirken, die ungünſtigſten Bedingungen für die Fortdauer des Lebens hergeſtellt werden, während Wohlhabenheit, Befriedigung der Bedürfniſſe, mehr zerſtreutes Wohnen und Faullenzerei das Leben möglichſt verlängern. Merkwürdig iſt es allerdings, daß gerade die Arbeit, welche die Bedingung des Fortſchrittes der Menſchheit iſt, darum auch wieder den Keim zu ihrem Verderben in ſich trägt. Auf der andern Seite aber dürfen wir es als einen Beweis des Fort-

schrittes unserer Zeit ansehen, daß in der That die mittlere Lebensdauer in denjenigen Ländern, welche man genauer untersuchen konnte, in den letzten 50 Jahren bedeutend zugenommen hat, so daß man wohl sagen darf, daß die Anstrengungen, die man in dieser Richtung gemacht hat, von günstigem Erfolge gekrönt sind.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier noch alle diejenigen Ursachen, die auf das Sterblichkeitsverhältniß Einfluß haben können, wie klimatische Verhältnisse, Noth-, Hunger- und Kriegsjahre, Pest und Seuchen näher in das Auge fassen; — nur das sei uns noch erlaubt hervorzuheben, daß gerade das Unvermeidliche, der Tod, am meisten durch den Willen und die Anstrengungen der Gesellschaft in seinen Resultaten modificirt werden kann, und daß keine Größe der statistischen Physiologie so schwankend und veränderlich, so sehr von äußeren Ursachen, staatlichen und gesellschaftlichen Umständen abhängig ist, als gerade die mittlere Lebensdauer.

Ganz anders verhält es sich, sobald wir die Entwickelung der geistigen Zustände in der Gesellschaft in das Auge fassen. Hier, wo man glauben sollte, daß Alles in den weitesten Gränzen fluctuiren müßte, ziehen sich diese im Gegentheile so enge zusammen, daß es kaum möglich ist, Schwankungen zu constatiren. Quetelet hat in Belgien Untersuchungen über die Resultate der Schulprüfungen angestellt. Während 20 Jahren war es fast immer dieselbe Commission, die mit geringen Personalabänderungen die Prüfungen beurtheilte und die erhaltenen Resultate durch angenommene Zahlen bezeichnete. Die Mittelzahl aus diesen Zahlen giebt einen numerischen Ausdruck für das Wissen des geprüften Individuums und läßt sich mit dem Ausdrucke anderer Individuen vergleichen. Die Mittelzahl aus allen Schülern genommen, ergiebt einen Ausdruck für den Studienwerth im Ganzen, der mit dem anderer Jahre verglichen werden kann. Man hat auf diese Weise gefunden, daß der Einfluß der Professoren auf den Mittelwerth der Leistungen der Schüler ziemlich unbedeutend ist, und daß im Durchschnitt dieser Mittel-

werth in den verschiedenen Jahren nur in sehr engen Grenzen variirt.

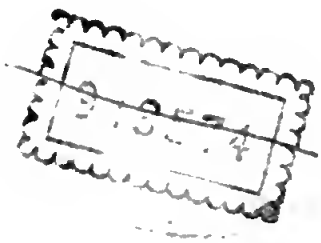
Das Heirathen erscheint unter den Handlungen, welche den Staat interessiren, als diejenige, welche am meisten von dem freien Willen abhängt; und man sollte glauben, daß die jährliche Zahl der Heirathen in einem bestimmten Lande je nach den Zeitverhältnissen außerordentlich verschieden sein müsse. Gerade das Gegentheil findet Statt. Die Zahl der Todesfälle in Belgien z. B. ist bei weitem nicht so constant, als diejenige der Heirathen. Im Verhältnisse zu der Volkszahl ist diese letztere Zahl genau dieselbe geblieben während 20 auf einander folgenden Jahren. Der Belgier zahlt seinen Tribut regelmäßiger an die Mairie, als an den Todtengräber. Und nicht nur im Allgemeinen hat diese Zahl ihre constante Größe behalten, sondern auch im Verhältniß zum Alter ist sie dieselbe geblieben, und ebenso ist das Verhältniß der Heirathen zwischen Junggesellen und Jungfrauen, Junggesellen und Wittwen, Wittwern und Jungfrauen, Wittwern und Wittwen durchaus dasselbe geblieben. Hätte man gesetzliche Bestimmungen getroffen, wonach nur eine bestimmte Anzahl von Heirathen und nur eine bestimmte Zahl für ein bestimmtes Alter Statt finden sollte: diese Bestimmungen könnten nicht besser eingehalten werden, als jetzt, wo die Heirath ganz in dem freien Willen und der freien Uebereinkunft der Einzelnen begründet ist. Dieselbe Gesetzmäßigkeit wiederholt sich in Hinsicht der Verbrechen, der Verstümmelungen, welche sich die Rekruten beibringen, um dem Kriegsdienste zu entgehen, hinsichtlich der Briefbesorgung, indem alljährlich eine bestimmte Anzahl offener Briefe, mit unleserlichen Adressen oder ganz ohne Adresse auf die Post geworfen werden. Alle diese scheinbar so zufälligen oder dem freien Willen des Einzelnen unterworfenen Handlungen haben ihre gesetzmäßige Regelung und ihre bestimmte Verhältnißzahl zu der Gesellschaft, und man darf deshalb gewiß behaupten: daß der freie Wille wohl für den Einzelnen, nicht aber für die Gesellschaft, die Nation, die ganze Menschheit besteht, die nach genau normirten Gesetzen in absoluter Nothwendigkeit sich fort-

bewegt. Dieſe Geſetze, ſowie ſie einerſeits die individuellen Handlungen beherrſchen und ihnen ihren Stempel aufdrücken, werden doch anderſeits wieder durch die äußeren Verhältniſſe und durch die eigenthümliche Organiſation der Völker bedingt. So heirathet der Wallone im Durchſchnitt zwei Jahre früher, als der Flamänder, und die verwittweten Perſonen verheirathen ſich häufiger bei dem erſteren Volk wieder, als bei dem letzteren. So erreicht der Trieb zum Verbrechen ſeine größte Höhe in Frankreich im 24., in England im 25., in Belgien im 26. Jahre, während die einzelnen Verbrechen ihr Maximum nach dem Alter der Verbrecher in folgender Ordnung erreichen: Diebſtahl, Nothzucht, Schläge und Wunden, culpoſer Todtſchlag, Mord, Vergiftung, endlich Fälſchung. Man ſieht demnach, daß die gewaltſamen Verbrechen mehr in jüngeren Jahren, die mit gewiſſer Liſt verbundenen im höheren Lebensalter vorkommen. Auch für den Selbſtmord exiſtiren ähnliche Geſetze. Die Neigung dazu entwickelt ſich von Kindheit an, nimmt bedeutend im Erwachſenen zu, und wächſt beſtändig, aber langſam, bis zu dem höchſten Greiſenalter.

Wir ſind am Schluſſe unſerer Darſtellung angelangt, die nur lückenhaft ſein konnte auf ſo weitem Felde, das ohnedem nur mit Unterbrechungen angebaut iſt. Möge es gelungen ſein, klare Einſicht in oft verwickelte Vorgänge verſchafft und Licht, wenn auch nur Streiflicht, über die Natur des Menſchen, ſeine Organiſation und ſeine Funktionen geworfen zu haben. „Ich habe mich lange Zeit mit dem Studium der abſtrakten Wiſſenſchaften beſchäftigt," ſagte Pascal. „Daß ich ſo wenig Leute fand, mit denen ich mich darüber unterhalten konnte, war mir befremdend. Als ich das Studium des Menſchen begann, ſah ich, daß die abſtrakten Wiſſenſchaften dem Menſchen entfernter liegen und daß ich bei ihrer Verfolgung mehr von meiner urſprünglichen Natur abkam, als Diejenigen, welche

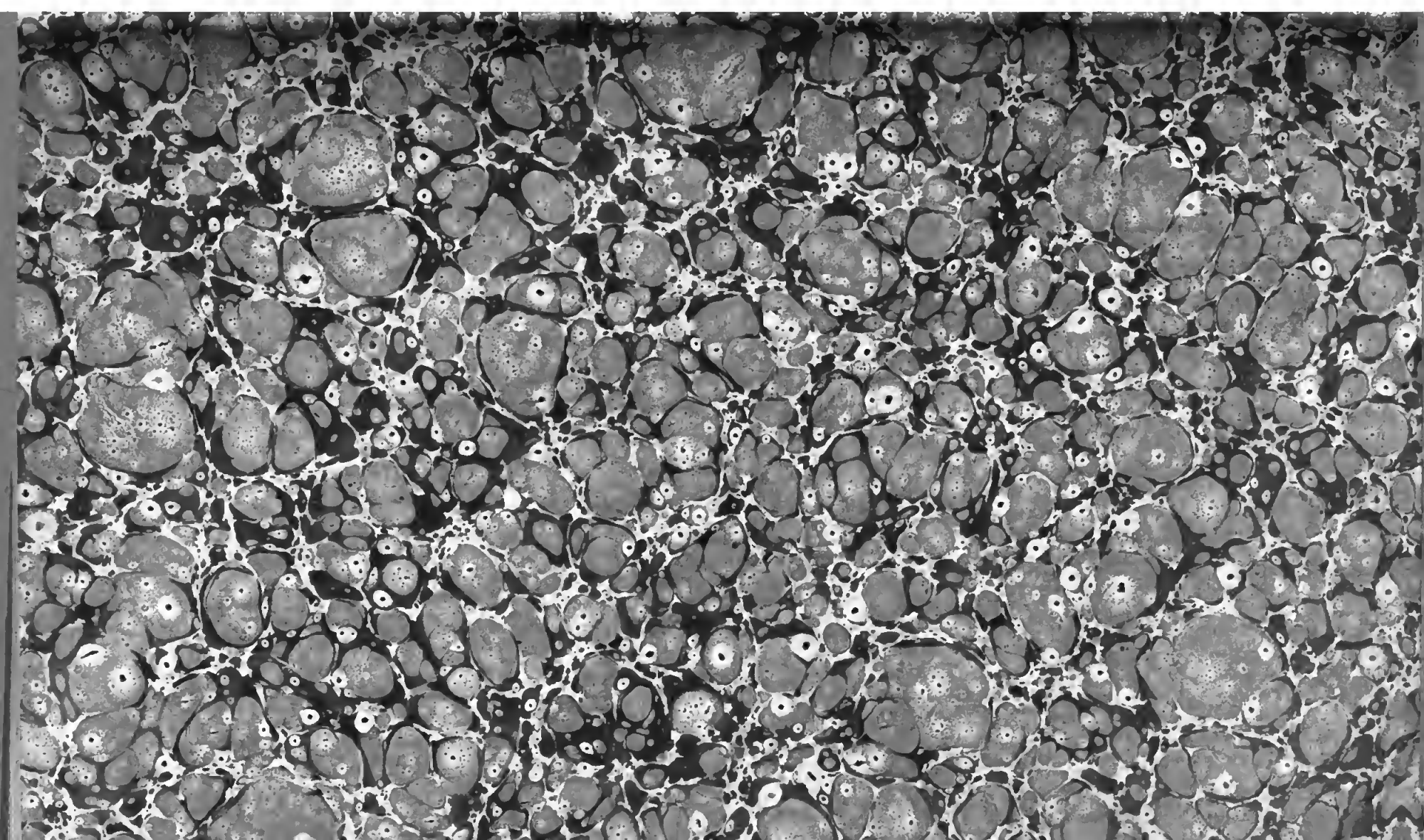
dieſen Wiſſenſchaften fremd blieben. Ich vergab ihnen. Ich glaubte wenigſtens bei dem Studium des Menſchen Gefährten zu finden, weil dieſe Wiſſenſchaft ja den Menſchen ſelbſt betrifft. Ich irrte mich. Es giebt noch viel weniger Menſchen, welche den Menſchen ſtudiren, als Solche, welche Mathematik treiben.“

Möge uns dieſer Vorwurf ſtets weniger gemacht werden können.



333022

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.



B.12..3.26